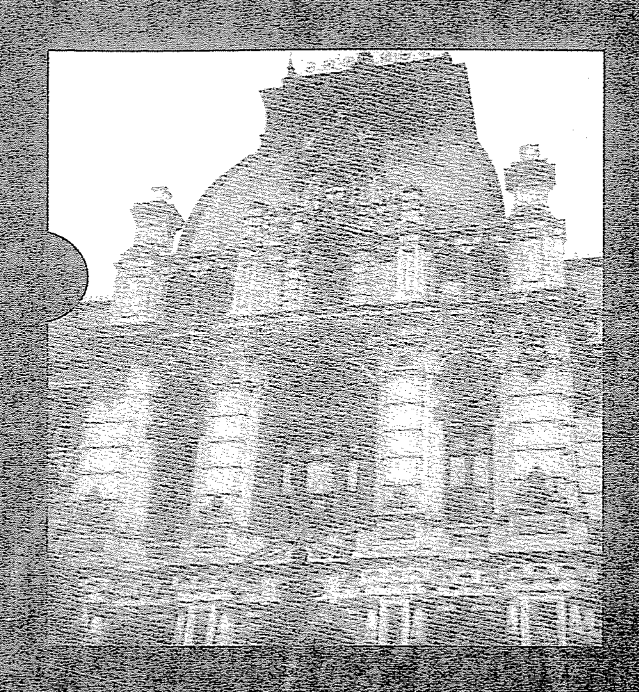






Instalaciones sanitarias Quadri

Cesarini Hnos Editores

Instalaciones sanitarias

NÉSTOR P. QUADRI

normas OSN
agua fría
agua caliente
desagües cloacales
desagües pluviales

Cesarini Hnos Editores

Ing. Néstor Pedro Quadri

Profesor Titular en la Facultad de Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

Se ha desempeñado como docente universitario en las Facultades de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires y Belgrano y en las de Ingeniería de la Universidad de Morón y en la Facultad de Avellaneda (UTN).

INSTALACIONES SANITARIAS

Séptima edición
Incluye CD

Cesarini Hnos.

Sarmiento 3213 - 1°A
Ciudad Autónoma de Buenos Aires C.1196AAI
Argentina
Tel/Fax: 4861-1152
ojc@editorialcesarini.com.ar
www.editorialcesarini.com.ar

Quadri, Néstor Pedro
Instalaciones sanitarias. - 3a. ed. - Buenos Aires: Cesarini, 2004.
320p. ;22x13 cm
ISBN 950-526-150-0

1. Instalaciones Sanitarias I. Título
CDD696.1

ISBN 950-526-150-0

PRINTED IN ARGENTINA
IMPRESO EN ARGENTINA

PROLOGO A MODO DE INTRODUCCION

Se ha encarado esta publicación con el propósito de que se comprendan los principios básicos de funcionamiento y aplicación de las instalaciones sanitarias de los edificios, así como los materiales y sus técnicas de montaje.

Sus destinatarios son los profesionales y técnicos de la Industria de la Construcción, así como los estudiantes de ingeniería, arquitectura o técnicos, con el objeto de brindar una comprensión global de estas instalaciones, las normas de proyecto y los aspectos reglamentarios, habiéndose encarado los temas de acuerdo a los planes de estudios vigentes.

Se han realizado ejemplos de cálculos, completándose con todos los tópicos que trata esta especialidad, como ser los sistemas de provisión y distribución de agua potable, evacuación de aguas servidas cloacales y pluviales, instalaciones industriales y especiales de tratamiento, servicios de agua caliente, provisión de agua contra incendio, etc.

Para la confección de los distintos temas se han tenido en consideración las Reglamentaciones y Normas que fueran emitidas por Obras Sanitarias de la Nación (OSN), la Reglamentación del Código Municipal de la Ciudad de Buenos Aires, la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, las Normas del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, etc.

Por otra parte se han considerado las recomendaciones establecidas en la bibliografía existente en el tema, datos y especificaciones de fabricantes de materiales y equipos en nuestro país.

EL AUTOR

Portada

En la portada se muestra el Palacio de las Aguas Corrientes, ubicado en la manzana constituida por la Avenida Córdoba y las calles Rio Bamba, Viamonte y Ayacucho en la Ciudad de Buenos Aires, en la que actualmente funcionan oficinas de aguas Argentinas, que fuera declarado monumento histórico nacional en el año 1987.

El edificio, fue construido en un estilo del renacimiento francés y se afirma que es una réplica del Palacio de Bruselas, destruido en la 2a guerra mundial y constituye el único exponente en su tipo en el mundo.

Su altura alcanza alrededor de 21 metros y está compuesto por una fachada de numerosas piezas de cerámico y mayólica, realzadas mediante relieve en diversos colores, enmascarado con las oficinas la instalación sobre grandes columnas de tanques de almacenamiento de agua potable de mas de 70.000.000 de litros, para su distribución en la Ciudad. La construcción se inició en el año 1887 y estuvo a cago del inglés John Barterman.

CD

Plano tipo

"Normas y Gráficos para Instalaciones Sanitarias Internas y Perforaciones"
"Normas de La Municipalidad de Buenos Aires":
DNº 718/01-
Disp.1205/01
Disp 1362/01.

INDICE GENERAL

PARTE I

SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

PARTE I

SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

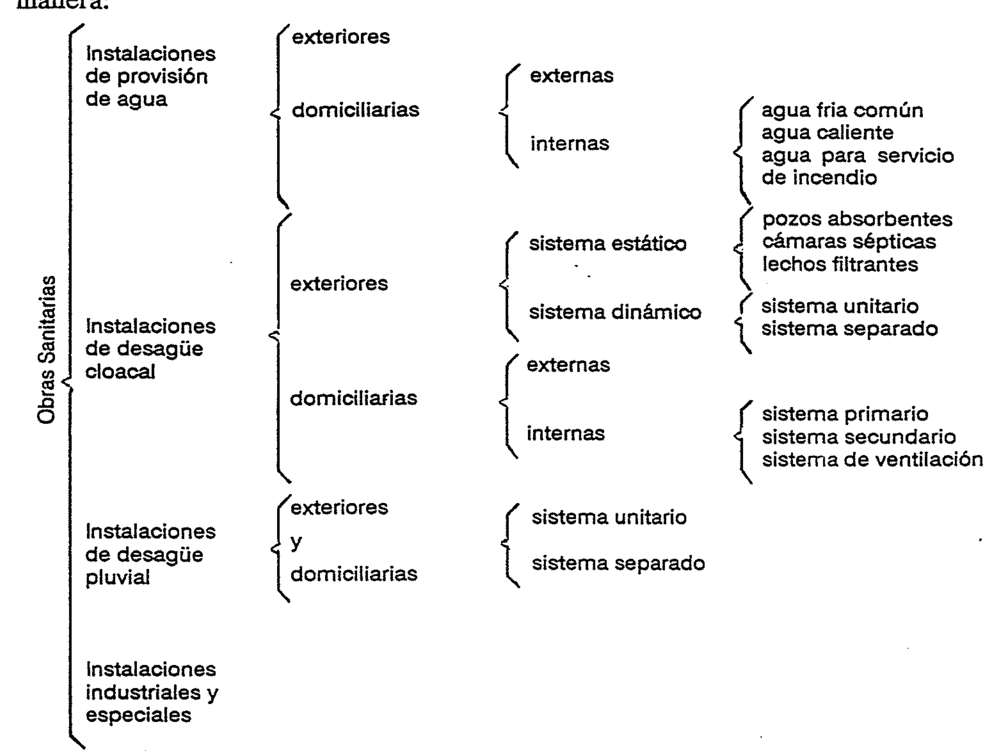
CAPITULO I

DEFINICIONES - AGUA POTABLE

Definición de Obras Sanitarias

Se puede definir las Obras Sanitarias, como el conjunto de instalaciones que básicamente tiene por misión dotar a los habitantes de una población, del agua potable para sus usos domésticos o colectivos y a la vez eliminar las aguas y efluentes residuales, así como los pluviales.

Se pueden clasificar en forma general las Instalaciones Sanitarias de la siguiente manera:



Conjunto de instalaciones que comprenden la provisión de agua potable y el alejamiento de las aguas residuales a cargo de las Compañías Distribuidoras.
Están constituídas por:

* Obras de toma o captación de agua de sus fuentes naturales, cursos superficiales o aguas subterráneas, su tratamiento, depósito y distribución.
* Obras de redes cloacales o pluviales, su depuración y alejamiento.

Las instalaciones de provisión de agua comprenden:

* Obras de toma, con el objeto de captar el agua de sus fuentes naturales, cursos superficiales o aguas subterráneas.
* Establecimiento de potabilización, para someter al agua a distintos procesos, como ser decantación, filtrado, desinfección, etc. con el objeto de obtener agua potable apta para el consumo.
* Depósitos de distribución, con el fin de almacenar un volúmen importante de agua para regular los picos de consumo, ubicados a cierto nivel para distribuir la por gravitación.
* Cañerías maestras que son de gran diámetro ramificadas en la zona de suministro, y que nacen en los tanques de distribución.
* Cañerías distribuidoras que son de diámetro más reducido que las anteriores que se ubican frente a los predios a los que abastecen mediante conexiones domiciliarias y que surten también a los diferentes servicios.

Las instalaciones de desagüe cloacal comprenden:

* Cañerías colectoras que están destinadas a conducir los desagües domiciliarios por gravitación hasta las cloacas máximas o pozos de bombeo y se emplazan frente a las fincas.
* Cloacas máximas que son canalizaciones de gran diámetro que por gravitación transportan los desagües de las colectoras hacia el establecimiento de depuración.
* Pozos de bombeo que se emplazan para salvar diferencias de nivel y poder continuar el proceso de descarga de los efluentes por gravitación.
* Establecimientos de depuración constituido por instalaciones donde el desagüe cloacal es sometido a una serie de tratamientos para transformarlo en un líquido inofensivo para su vertimiento en los lugares receptores finales que pueden ser por ejemplo, rios, lagos, campos de derrame, etc.

Las instalaciones de desagüe pluvial comprenden:

* Sumideros o bocas de tormenta que están destinadas al alejamiento de las aguas de lluvia, que recogen el agua de la calzada y mediante canalizaciones, las descargan a los conductos pluviales.
* Conductos pluviales que son caños de gran diámetro que reciben el agua pluvial de los sumideros y que por gravitación descargan las mismas en los cursos naturales

Conjunto de instalaciones que comprenden los servicios sanitarios de los edificios.
Están constituidas por:

* Instalaciones externas ubicadas fuera de la finca y que son ejecutadas por las Compañías Distribuidoras, comprendiendo los trabajos de conexión domiciliaria.
* Instalaciones internas que se realizan dentro del edificio.

Estas instalaciones deben cumplir ciertas condiciones a saber:

* Locales con instalaciones sanitarias que deben disponer de una buena ventilación, contando con revestimientos y pisos impermeables.
* Desagües que permitan la rápida evacuación de los efluentes mediante una pendiente adecuada y sección correcta de cañerías.
* Elementos de inspección en lugares accesibles, que faciliten la limpieza y desobstrucción de las instalaciones.
* Tratamiento de desagües perjudiciales, que puedan afectar u obstruir las cañerías. Por ellos deben intercalarse elementos que impidan el pasaje de los mismos a las cañerías de desagüe mediante procedimientos adecuados.
* Ventilación de los desagües para mantener la presión atmosférica dentro de las cañerías, facilitar el libre escurrimiento de los fluidos y la eliminación de los gases.
* Provisión de agua adecuada al uso, evitando contaminaciones del agua potable en la instalación.
* Conservación y mantenimiento de las instalaciones a cargo del usuario en correcto estado de funcionamiento, evitando pérdidas de aguas innecesarias.

Se establece en las Reglamentaciones, que las instalaciones domiciliarias internas, incluso sus enlaces con las conexiones externas deben ser construidas y costeadas por los propietarios de los inmuebles habitables.

Agua potable

El agua es un cuerpo líquido, transparente, inodoro, incoloro e insípido, en estado de pureza, compuesto por un volúmen de oxígeno y dos de hidrógeno (H_2O).
Las aguas naturales, procedentes de ríos, mares, lagos, etc. llevan materias en suspensión, sales disueltas y microorganismos, requiriéndose su purificación dado que no todas las aguas son aptas para la alimentación o potables.
El agua potable no es una substancia pura, sino una solución que contiene pequeñas cantidades de diversas sales como cloruros, sulfatos, hierro, etc. y su falta las hace indigestas o de gusto desagradable, perdiendo su contenido salino.
Para que el agua sea potable debe tener ciertas características de pureza desde el punto de vista físico o químico, y considerando el aspecto bacteriológico debe contener pocos microorganismos, y ninguno que sea productor de enfermedades.

Sin embargo como dichas características del agua potable varían de acuerdo a las distintas zonas y medios de captación, se determinan límites, tolerables o aconsejables para las mismas.

Así la Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo, establece la tabla de valores indicada en el cuadro 1I para el agua destinada al uso humano, es decir la que se utiliza para beber, higienizarse o preparar alimentos.

CUADRO 1 - I Características del agua de consumo.

Características físicas		Valor Aconsejable	Valor Aceptable	Límite Tolerable
Turbiedad (unidades)		<0,2	1	3
Color (unidades)		<2	5	12
Olor (umbral a 60° C)		1	5	10
Sabor (1)		-	-	-
Características químicas				
pH	=	pHs	pHs ± 0,2	pHs ± 0,5
Sólidos disueltos totales	mg/l	50-600	1.000	2.800
Alcalinidad total ($CaCO_3$)	"	30-200	400	800
Dureza total ($CaCO_3$)	"	30-100	200	400
Cloruro (Cl)	"	< 100	250	700
Sulfato (SO_4^{2-})	"	< 100	200	400
Hierro total (Fe)	"	<0,05	0,10	0,20
Manganeso (Mn)	"	<0,01	0,05	0,10
Amoníaco (NH_4^+)	"	<0,05	0,20	1,00
Nitrito (NO_2)	"	(2)	<0,1	0,1
Nitrato (NO_3)	"	<45	45	(3)
Fluoruro (F-)	"	(4)	0,7-1,2	1,8
Arsénico (As)	"	0	0,01	0,10
Plomo (Pb)	"	0	0,01	0,05
Vanadio (V)	"	-	-	-
Características Bacteriológicas				
Bacterias aerobias (Agar a 37° C-24hs.)			por ml	100
Bacterias coliformes:				
Aguas de pozos semisurgentes por.			100 ml	<2
Aguas superficiales purificadas			por 100 ml	2,2
Ps.Pyocyanea			no debe contener	

Notas

pHs:PH de saturación con respecto al CO_3Ca

(1). No se han fijado valores por la dificultad que ofrece su determinación en laboratorio. El sabor debe ser agradable e inobjetable para todos los usuarios.

(2). Sobre la base de antecedentes disponibles, no es posible definir este valor.

(3). Si bien no se establece ningún valor, cuando el agua de provisión contenga más de 45 mg/l de nitrato debe advertirse a la población acerca de la necesidad de utilizar agua de otra procedencia, con un contenido menor de nitrato, para ser destinada a la bebida y preparación de los alimentos del lactante.

(4). En los casos en que la autoridad de salud competente estime necesaria la fluoración del agua de beber, se debe indicar también los valores a que debe ajustarse la dosificación.

Para el análisis físico-químico de las aguas se utiliza la notación pH o *potencial hidrógeno*, que es la medida de la concentración en iones de hidrógeno expresado en gramos por litro.

Para simplificar, en las aplicaciones prácticas se representan los valores de pH, como el logaritmo decimal de la inversa de la concentración de iones de hidrógeno en gramos por litro, es decir:

$$pH = \log 10 \frac{1}{H^+}$$

Siendo:

pH: potencial hidrógeno;

H^+ : concentración de iones de hidrógeno (g/l)

Cuando el agua pura se ioniza se forman dos iones de distinta polaridad H^+ y OH^-, liberándose 10^{-7} gramos de iones de hidrógeno por litro.

De esta manera , en función de la ecuación logarítmica anterior, el pH del agua pura es de 7.

La característica que define a las aguas potables es la presencia de iones de hidrógeno y si se considera que el agua pura tiene un pH de 7, se determina que si el pH es menor que 7 las mismas son *ácidas* y si es más de 7 son *alcalinas*.

La *acidez* es producida por la presencia de ácidos minerales en forma de sales como sulfatos, nitratos y cloruro de calcio y magnesio.

La *alcalinidad* en el agua está determinada por los carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio.

El pH se mide en laboratorios mediante aparatos apropiados, pero en la práctica para establecer el pH se emplean substancias químicas denominadas *indicadores* que toman un color característico, el que se compara con una tabla de matices que comprende la gama de pH.

La mayoría de las aguas naturales tiene un pH comprendido entre 6 a 8 no afectando en general las características de potabilidad del agua. Sin embargo si el agua tiene un pH menor de 5,5 se origina por efecto de la acción de los ácidos, la corrosión de los elementos que entran en contacto como ser las cañerías, bombas, etc.

Si por el contrario el agua tiene un pH mayor que 10, es fácil que se produzcan depósitos de carbonato de calcio en las cañerías, con tendencia a la formación de incrustaciones.

Por ejemplo en los tratamientos de potabilización cuando se utilizan elementos químicos para producir la decantación rápida de las impurezas del agua, el líquido puede tener un gran contenido de ácido carbónico, por lo que es necesario neutralizarlo, o alcalinizarlo, agregándole *lechada de cal* (hidróxido de calcio), con el fin de evitar la corrosión de las cañerías. Pero ese agregado no debe ser excesivo con el objeto de que no se originen incrustaciones que puede producir el carbonato de calcio.

En los análisis se determina la *dureza* del agua. Representa la suma de las sales de calcio y magnesio que contiene, estableciendose para medirla en mg/l. de CO_3Ca.

Se estima la dureza normal aproximadamente entre 30 a 100 mg/l. denominándose cuando es menor de 30 *agua blanda* y más de 100 representa que la misma tiene cierto grado de dureza.

En general la dureza no ocacionan problema en la potabilidad de las aguas, reconociéndose la misma por la dificultad de generar espuma jabonosa y por formar incrustaciones en los recipientes.

CAPITULO II

SISTEMAS DE PROVISION DE AGUA

FUENTES DE SUMINISTRO

Las fuentes de suministro del agua potable, se puede clasificar según el origen en:

*Aguas pluviales
*Lagos
*Ríos
*Mares
*Aguas subterráneas

Aguas pluviales

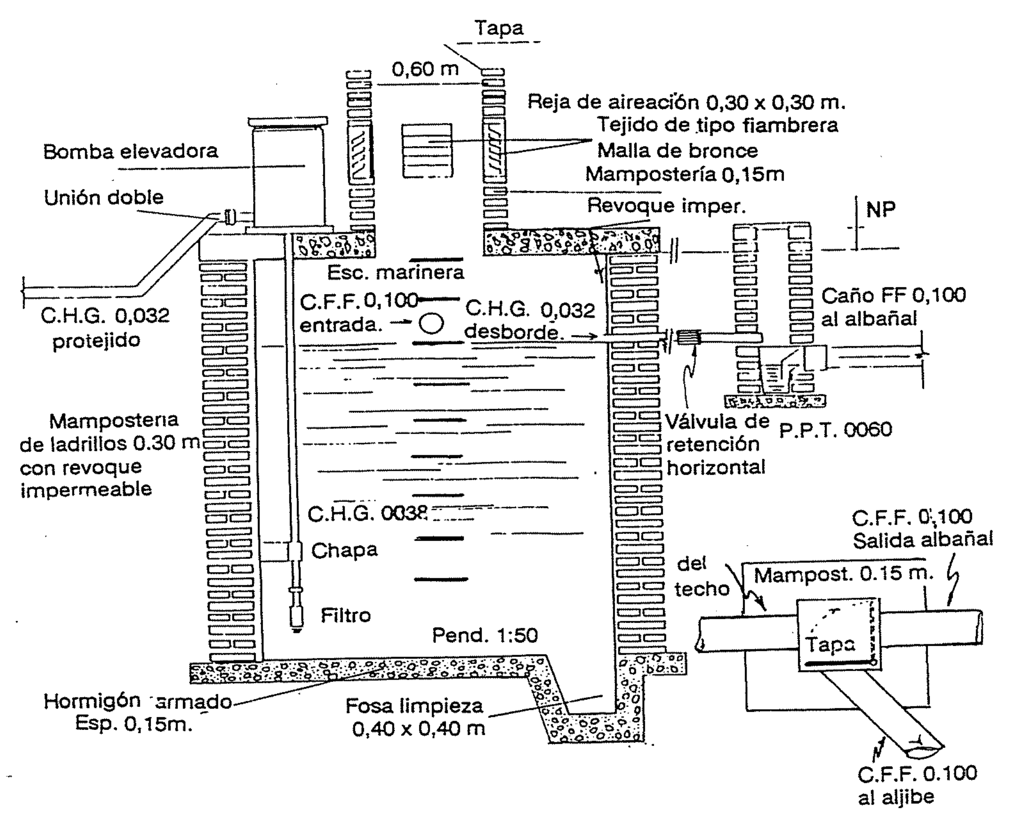
El agua procedente de las lluvias es un agua pura, puesto que puede considerarse como destilada, debiendo en su captación tener cuidado que no queden en contacto con elementos extraños y suciedades.

Se la suele almacenar en cisternas o aljibes (Figura 1-II), por ejemplo el agua caida sobre los techos, siendo llenado una vez que la lluvia ha limpiado practicamente la superficie de los mismos.

El Código Municipal de la Ciudad de Buenos Aires, exige la utilización de un filtro de arena de 1,20m. de profundidad, estableciendo que la superficie del lecho filtrante se calcule a razón de 1 m^2 por cada 30 m^3 de capacidad del aljibe.

Sólo se admite el aljibe en zonas sin servicio público de agua corriente.

FIGURA 1 - II Aljibe



Aguas de mar

El aprovechamiento del agua de mar requiere procesos de desalinización, cuyos métodos están en continua evolución.

Los sistemas mas utilizados son:

*Destilación
*Cristalización
*Membrana

DESTILACION

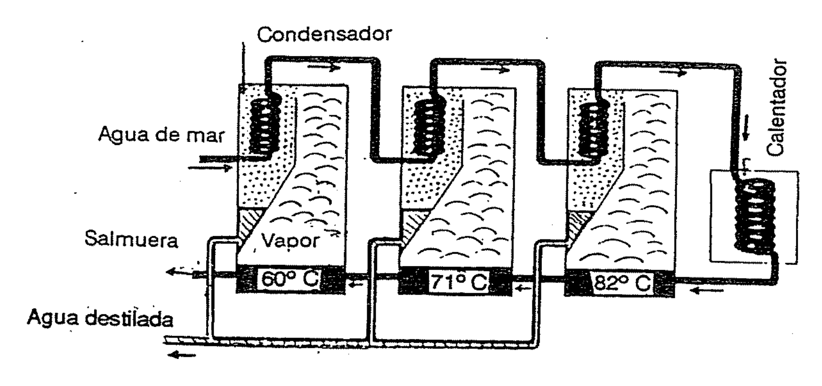
Se pueden mencionar los siguientes métodos:

* Evaporación rápida en etapas múltiples
* Destilación solar

Evaporación rápida en etapas múltiples: es el más importante de los sistemas empleados. Consiste en la evaporación del agua mediante la utilización de calentadores, a fin de separarla de la sal.

Se observa en la figura 2II que las cámaras que se encuentran bajo vacio, permiten vaporizar el agua sucesivamente a menores temperaturas en cada etapa.

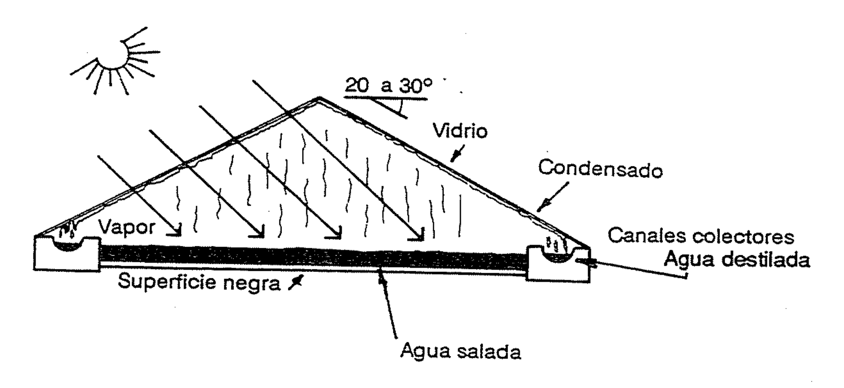
FIGURA 2 - II Evaporación rápida en etapas múltiples



Se aprovecha el mismo agua de mar para condensar el vapor producido.

Destilación solar: realiza el proceso de evaporación mediante el calor solar, no requiriendo maquinarias, segun se detalla en la figura 3 II

FIGURA 3 - II Destilador Solar



Los rayos solares penetran a través de la cubierta transparente inclinada y son absorbidos por el agua salada que ocupa un recipiente de color negro.

Dicha agua se calienta y se activa el proceso de vaporización en el recipiente. El vapor de agua que es más liviano que el aire tiende a ascender por convección natural y al llegar a la superficie interior de la cubierta transparente, forma una película sobre ella produciéndose su condensación cuando se encuentra más fria.

Ese agua condensada se desliza debido a la inclinación de la cubierta transparente y es recogida en canales colectores diseñados especialmente al efecto.

El recipiente que contiene la solución debe ser resistente a la corrosión, pudiendo emplearse plástico reforzado. En cuanto a la cubierta transparente puede utilizarse plástico o generalmente vidrio.

Para que el destilador funcione correctamente debe ser orientado de modo que capte permanentemente la luz del sol con una inclinación de 20 a 30°

CRISTALIZACION

Se introduce el agua de mar en cámaras de congelación, formando cristales, los que luego son separados y derretidos para brindar agua pura.

PROCESO DE MEMBRANA

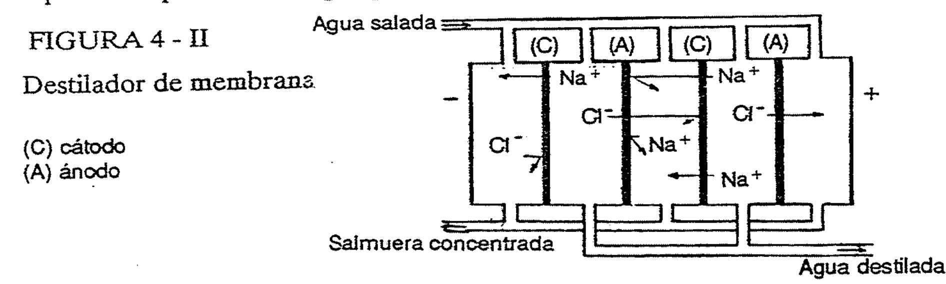
Mediante un proceso de electroliasis, las cargas eléctricas atraen los iones de sodio hacia el electrodo negativo y los iones de cloruro hacia el polo positivo.

Utilizando membranas permeables selectivas, se mantienen los contaminantes en recipientes separados del agua pura, como se indica en la figura 4 II

FIGURA 4 - II

Destilador de membrana

(C) cátodo
(A) ánodo



Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas, se acumulan en los mantos permeables sobre las capas impermeables que se forman en la corteza terrestre, originando lo que se denomina *napas de agua*.

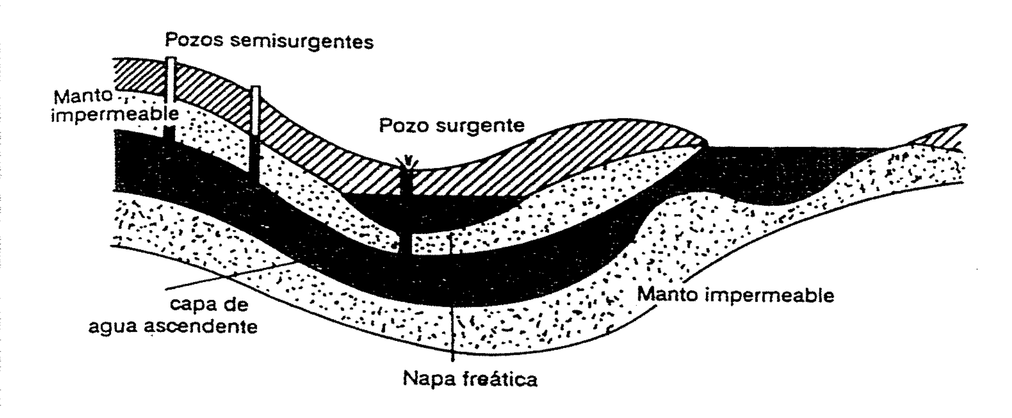
A la primera napa se la denomina *freática*, la que generalmente se encuentra contaminada debido a la proximidad del nivel superficial, por la filtración de deshechos orgánicos, pozos negros, etc.

Las napas subsiguientes, ya sea la segunda o tercera napa en general suelen ser practicamente puras, pero es necesario que en el proceso de captación se eviten contaminaciones.

En muchos casos, es necesario su análisis previa utilización, puesto que pueden requerir algun tratamiento especial para ser consumida.

Según se observa en la figura 5 II el agua de toda napa tiende a subir en una perforación por vasos comunicantes, a un nivel muy superior al de su cauce de confinamiento debido a los desniveles de los estratos impermeables del terreno natural. Por ellos a dichos pozos se los denomina *semisurgentes*, pudiendo ser *surgente* si la napa sobrepasa en algun punto el nivel del terreno natural.

FIGURA 5 - II Aguas subterráneas



Construcción de pozos

Para la ejecución de los pozos semisurgentes, se utiliza una mecha o trépano accionado a motor, con un diámetro tal que permita introducir simultáneamente dentro de la perforación que se va realizando, los caños y el sistema de extracción del agua a emplear.

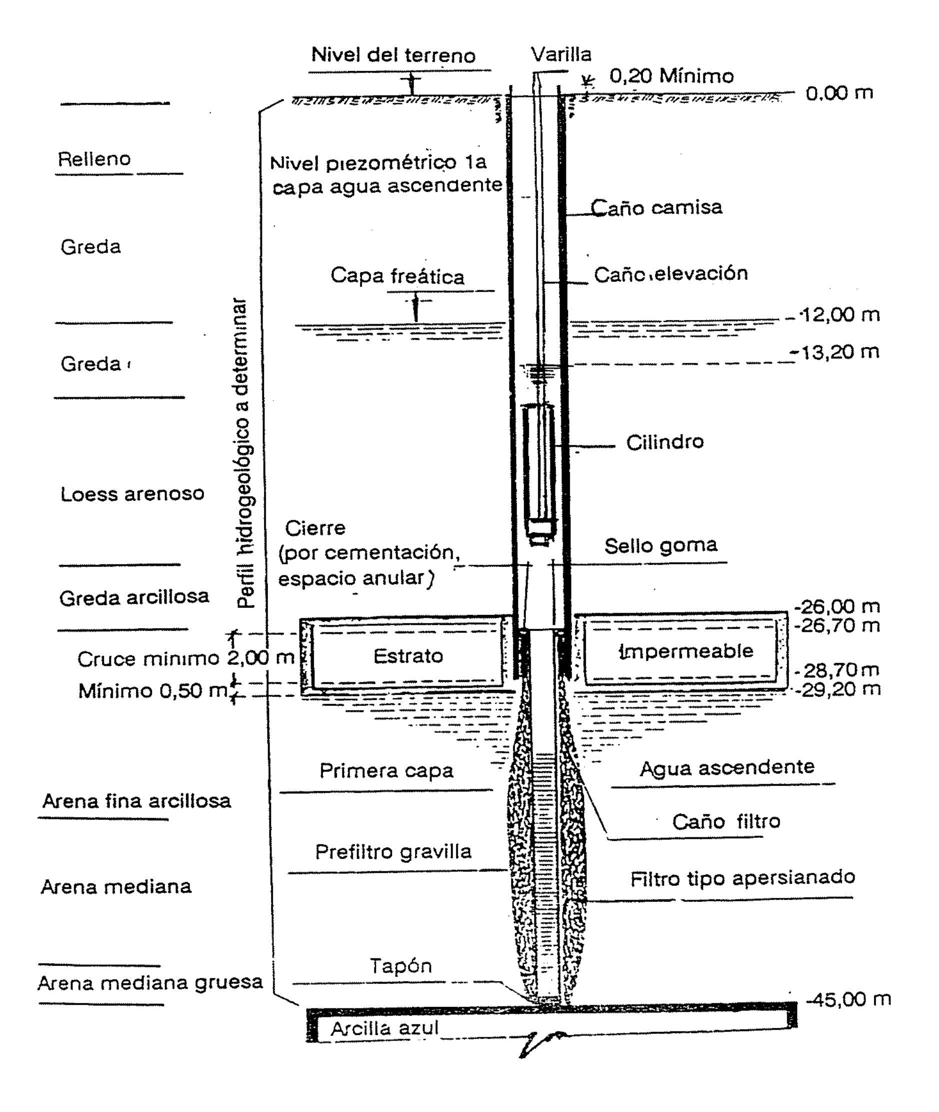
El trépano accionado a motor va perforando las capas superiores cubiertas con aguas freáticas, hasta el primer estrato impermeable, haciéndose luego penetrar un *caño camisa* de hierro galvanizado, cuya función es aislar las napas freáticas hasta la napa de agua que se va a explotar.

Los métodos para la ejecución de pozos pueden ser de dos tipos:

* Percusión
* Rotación

El *sistema de percusión* es el más común. Se realiza la perforación con mecha o trépano con un diámetro ajustado al caño camisa a instalar, atravesando las napas contaminadas de agua freáticas hasta llegar al primer estrato impermeable o arcilla plástica. Luego, se hace penetrar el caño camisa en forma forzada, mediante percusión a golpes de pistón, hasta insertarlo a aproximadamente 0,40 a 0,70 m. dentro de la capa impermeable, para evitar la contaminación con las napas superiores.

FIGURA 6 - II Proyecto de pozo semisurgente a primera capa de agua ascendente.



Posteriormente, con una mecha de menor diámetro se perfora el manto acuífero hasta el techo de la capa impermeable inferior, instalándose una *cañería de maniobra* que llega hasta el fondo del pozo y por dentro de ella se baja un *caño filtro* mediante una columna de sostén, la que se asienta dentro de la cañería de maniobra en el fondo de la perforación.

Por último, se retira la cañería de maniobra quedando el caño filtro ubicado dentro de la napa, el que debe superar por lo menos 2 metros el caño camisa exterior, con un cerramiento que asegure una adecuada hermeticidad entre ambas cañerías.

En el *sistema* de *rotación* se emplea para consumos grandes y requiere máquinas y una técnica especializada, utilizándose para la perforación una mecha o trépano de diámetro mayor que el caño camisa, hasta estrato impermeable superior de la napa acuífera que se desea utilizar. Una vez introducido el caño camisa se procede al sellado mediante la cementación del espacio anular que queda libre en el exterior del caño, como se muestra en la figura 6-II, por medio de inyección a bomba de abajo hacia arriba.

Una vez fraguada la misma se continúa con la perforación hasta el nivel superior de la napa a utilizar y luego con una mecha expansiva y aplicando inyección de agua con arcilla y ebonita, se forma una concavidad dentro del manto acuífero hasta la profundidad deseada para la instalación del caño filtro en la forma indicada precedentemente, agregándose en la periferia un prefiltro artificial de grava en caso de ser necesario.

Hay una gran variedad de modelos y tipos de filtros, siendo en general del tipo apersianado o un caño agujereado arrollado de un espiral de alambres de cobre como se indica en la figura 7 II. También se construyen en telas metálicas o con caños inoxidables con múltiples aberturas reducidas de acuerdo al tamaño de la arena, según lo indicado en los detalles de la figura 8-II.

Los filtros del tipo apersianado o de alambre enrollado se los debe rodear de un *prefiltro artificial de grava* de granulometría adecuada, de modo de evitar que la arenilla muy fina penetre en la cañería, no siendo necesario en el caso de emplear filtro de telas metálicas. Para formar el prefiltro, al mismo tiempo que se retira la cañería de maniobra se introduce grava para ocupar el lugar que deja la misma.

Construido el pozo por los métodos indicados y una vez instalado el filtro se procede a colocar el caño de *elevación y bombeo* denominado *caño chupador*, que debe llegar por debajo del *nivel piezométrico* del agua a extraer o sea la altura que alcanza el agua dentro de la cañería debido a la presión hidrostática de la napa de agua.

Para la succión en instalaciones pequeñas suele emplearse un cilindro que actúa como un pistón que realiza vacío, el que es accionado por una varilla unida al bombeador. A fin de evitar el descebe de la cañería, el cilindro viene provisto de una válvula de retención.

FIGURA 7-II Tipo de filtro apersianado y alambre enrrollado

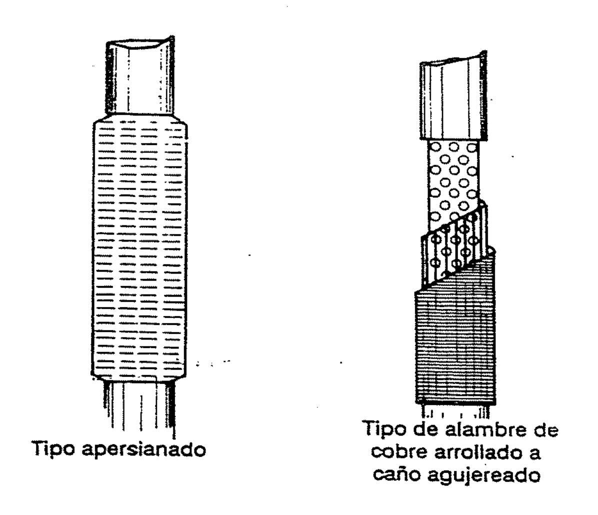
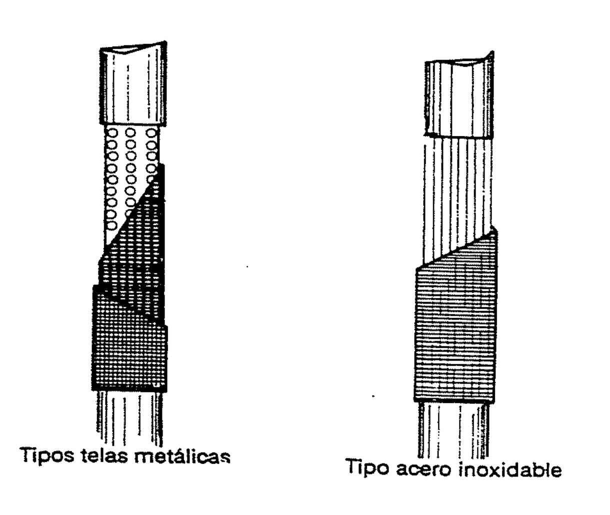


FIGURA 8-II Tipo de filtro de telas metálicas y acero inoxidable



Para la construcción de perforaciones para captar agua provenientes de otras capas semisurgentes o surgentes más profundas que la primera ascendente, el procedimiento de perforación y aislación se efectúa en forma similar a los ya descriptos para los sistemas de percusión o rotación.

No debe utilizarse el agua de pozo en caso de disponer de red de distribución domiciliaria. En casos especiales se puede emplear para riego o para uso industrial siempre que no constituya un peligro para la salud de las personas, ni afecten las capas subterráneas.

Cuando se desarrolla un sistema de distribución domiciliaria deben sellarse los pozos en funcionamiento, rellenándose con pedregullo y cascotes hasta la parte superior o techo de la capa utilizada, inyectándosele a partir de ese punto mortero de cemento fluido retirando simultáneamente la cañería.

Equipos de bombeo

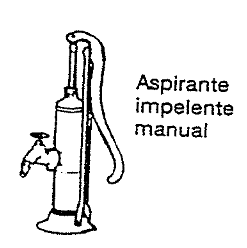
El agua de toda napa tiende a subir dentro de la perforación, de manera que a pesar de llegar a gran profundidad, el agua asciende en el pozo facilitando su extracción.

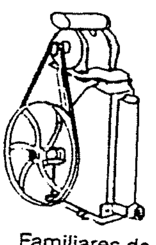
La depresión o succión máxima que puede producir una bomba es de 10,33 metros que es la presión atmosférica, sin embargo nunca se puede llegar a esa altura, debido a las pérdidas de carga que se producen en las cañerías y las características propias de construcción de las bombas, por lo que la limitación disminuye hasta aproximadamente 7 metros.

Por ello se recurre a distintos sistemas de bombeo dentro de los límites fijados.

Así el método de bombeo más sencillo consiste en una bomba aspirante-impelente accionada a motor o incluso manual, según figura 9 II para instalaciones familiares, del tipo a pistón.

FIGURA 9 - II Tipo de bombas



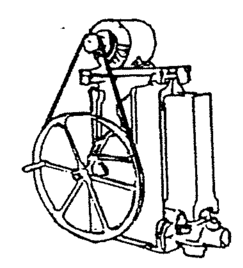


Dicha bomba consta del cilindro en la que se desplaza un pistón o émbolo, elevando el agua por succión.

Por los motivos expuestos este tipo de bomba es de flujo no continuo.

El volúmen de agua succionado durante el movimiento del pistón es igual al área del pistón por su carrera o distancia de desplazamiento lográndose en general un caudal adecuado, por ejemplo, 1000 litros/hora para una vivienda de uno o dos pisos. Hay modelos del tipo semi-industrial o industrial, según figura 10 II que pueden llegar hasta algo más de 5000 litros/hora dentro de ciertos límites de presión.

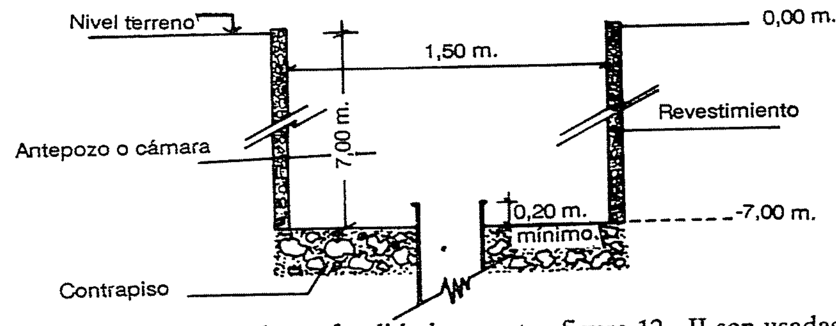
FIGURA 10 - II Bomba semi-industrial o industrial



De emplearse una bomba centrífuga horizontal, teniendo en cuenta la depresión máxima indicada precedentemente, puede bajarse la bomba, en cuyo caso debe efectuarse una cámara o antepozo. Se lo construye de acuerdo a la figura 11 II, revistiendo las paredes con ladrillos, u hormigón para prever desmoronamientos, en 1,50 metros de diámetro.

Cuando el antepozo debe profundizarse por debajo de los 7 metros, ya no resulta económico su construcción, debiéndose recurrir a otros sistemas de extracción, pudiéndose mencionar las bombas centrífugas de profundidad a eyector, electrobombas sumergibles, a turbinas, para pozo profundo, etc.

FIGURA 11 - II Antepozo



Las bombas centrífugas de profundidad a eyector figura 12 - II son usadas en pozos donde se requieren caudales hasta 20.000 litros/hora.

Parte del líquido que se extrae se devuelve a la napa para forzar la elevación. El sistema puede ser de uno a dos caños, según el caudal a extraer y el diámetro del pozo.

FIGURA 12 - II Bomba centrífuga de profundidad a eyector.

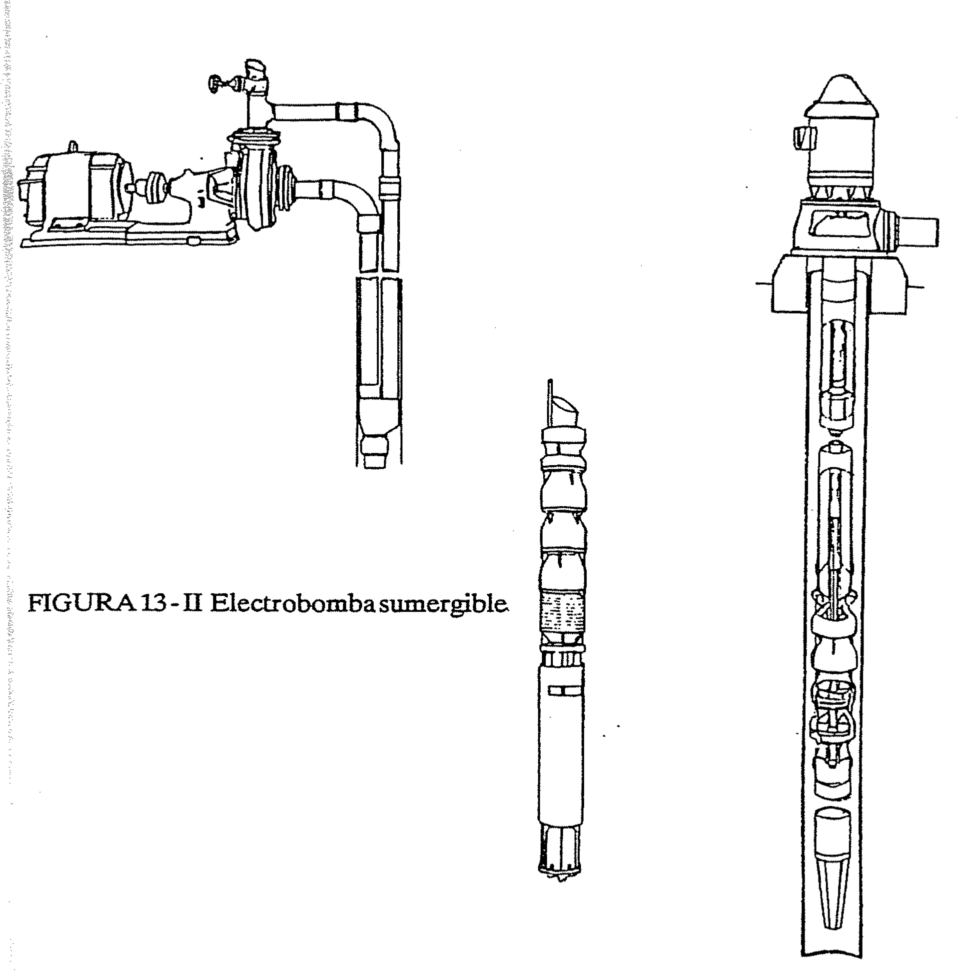


FIGURA 13 - II Electrobomba sumergible

FIGURA 14 - II Bomba a turbina para pozo profundo.

En el caso de pozos más profundos, se utilizan bombas con motor sumergido que se introducen directamente en la perforación (figura 13 II).

Se componen de una bomba de eje vertical multicelular, con cámara de hierro fundido e impulsores de bronce, acopladas al motor eléctrico sumergido.

En caso de pozos profundos se utilizan además del tipo a turbina como se indica en la figura 14 II.

Aguas de lagos y rios

Las aguas de lagos y rios tienen la misma procedencia ya que se originan por la acumulación de aguas pluviales, que se han deslizado a través del terreno hasta reunirse en dicho lugar.

Estas aguas generalmente están contaminadas en virtud de que contienen materias disueltas o en suspensión de modo que no pueden utilizarse sino se realiza un tratamiento adecuado para su potabilización.

En general estas aguas no sólo contienen substancias minerales sino que además pueden contar con materias orgánicas y bacterias procedentes de la descomposición de las mismas.

Este tipo de fuente de provisión es la preferible para el abastecimiento de grandes ciudades, fundamentalmente por su volúmen y seguridad de rendimiento.

En nuestro país se abastecen de esta forma las principales Ciudades como ser Buenos Aires, Rosario, Córdoba, Santa Fe, etc.

PROVISION DE AGUA A LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

La fuente de suministro de agua a la Ciudad de Buenos Aires proviene del Río de la Plata, efectuándose el tratamiento de potabilización en el Establecimiento Libertador General San Martin en Palermo.

La toma que se utiliza actualmente es de forma octogonal con protección de rejas gruesas que se encuentra ubicada en el río a 1200m de la costa, para reducir el ingreso de impurezas, vinculada con la planta con un conducto de 5,40 m de diámetro.

Previa su utilización en una cámara de enlace intermedia el agua captada se filtra con rejas finas a fin de reducir elementos o materias en suspensión.

mas debe ser elevada mediante bombas a cámaras de carga, desde donde comienza el proceso de potabilización.

El tratamiento cuyo detalle se muestra en la figura 15 II, consiste en lo siguiente:

*Coagulación
*Decantación
*Alcalinización
*Desinfección
*Filtrado

Coagulación

En las cámaras de carga se le agrega al agua captada un *coagulante,* que consiste en sulfato de aluminio. Esta substancia en contacto con el agua reacciona aglutinando las partículas en suspensión y formando lo que se denomina *flóculos* o conjunto aglomerado de partículas de mayor peso, para facilitar su rápida sedimentación.

Decantación

El agua con el coagulante se la translada a depósitos donde se produce la decantación de los flóculos o materia en suspensión originada por el coagulante.

Los decantadores, también denominados *piletas de sedimentación*, consisten en grandes depósitos abiertos, de 100 m. de longitud, de anchos variables y profundidad

de 4 a 5 metros en la que el agua deja el 90 al 95% de impurezas, en una permanencia de varias horas.

Las impurezas precipitadas son eliminadas con un barrido hidráulico y enviadas nuevamente al río mediante conductos de descargas especiales.

Alcalinización

Debido a la acción del coagulante, el agua tiene un alto contenido de ácido carbónico disuelto, para lo cual se lo neutraliza mediante el agregado de cal o *hidróxido de calcio*. Dicho proceso que se denomina alcalinización produce la formación de sales de calcio, tales como carbonatos que se depositan.

Desinfección

La desinfección se efectúa mediante el agregado de *cloro* que actúa realizando una acción bactericida, a fin de que sea apta para el consumo.

Filtrado

Por último el líquido es sometido a un proceso de filtrado, consistente en una capa de arena de graduación variable que constituye el manto filtrante, apoyada sobre un lecho sostén de mayor a menor espesor, compuesto por canto rodado, pedregullo y grava.

Distribución del agua potable

El agua tratada se deposita en grandes depósitos de reserva y desde allí por bombeo y fundamentalmente por gravitación es conducida a depósitos de distribución elevados ubicados en distintos puntos de la Ciudad desde los cuales se regula el consumo.

Los depósitos son los de la calle Córdoba, Villa Devoto, Caballito y Paitovi, de algo más de 70.000 m3 cada uno.

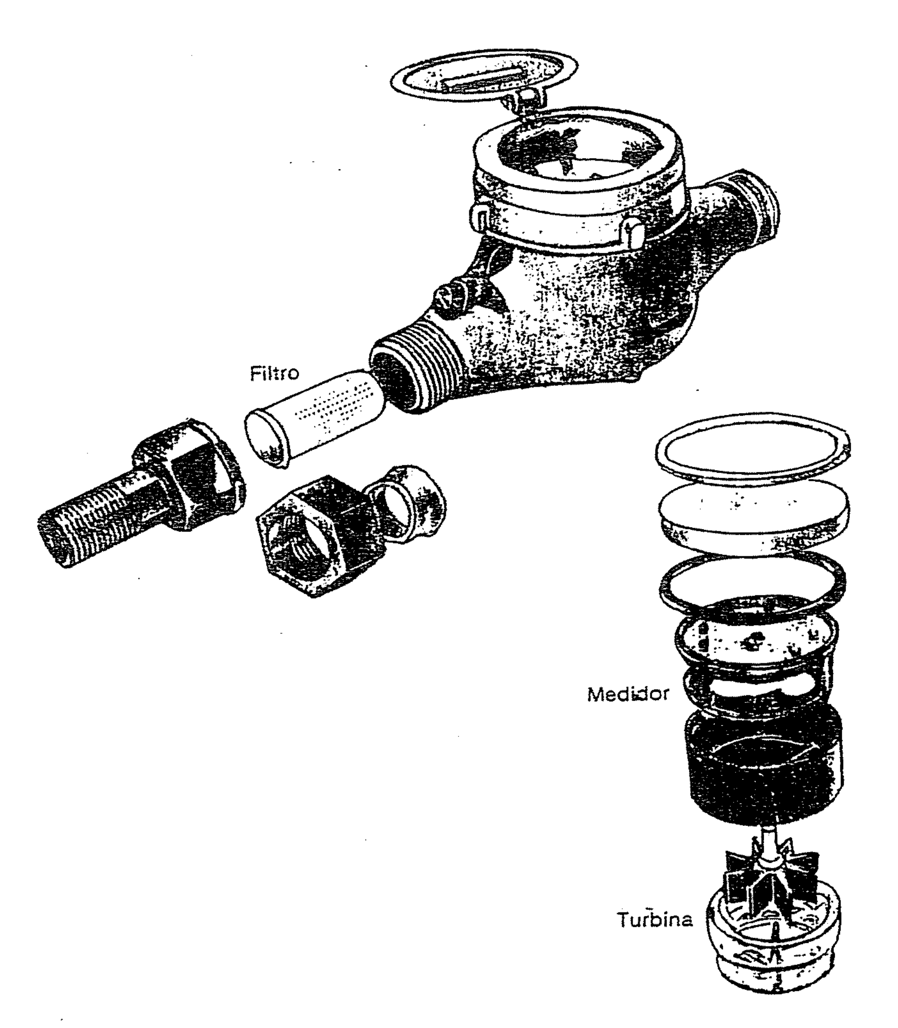
El agua llega a estos depósitos por medio de grandes canalizaciones de hormigón de hasta 5 metros de diámetro, conformando lo que se denominan *rios subterráneos* que constituyen de por sí una gran reserva de agua en caso de emergencia.

Como la circulación del agua es por gravedad, la misma llega a los depósitos distribuidores a profundidades del orden de los 30 m. y desde allí se eleva por medio de bombas.

A partir de dichos depósitos se efectúa la distribución a los medios de consumo. Se utilizan cañerías de gran diámetro denominadas *maestras* que se proyectan formando circuitos amplios. Desde ellas las *cañerías distribuidoras* que se emplazan frente a los distintos predios, desde las que se abastece a la red interna mediante las conexiones de las aguas.

Los elementos constitutivos de la conexión externa a cargo de la Compañía Distribuidora, comprenden la acometida de la red con caño de polietileno de alta densidad (PEAD), la caja de conexión conteniendo la llave maestra esférica de corte del suministro, el medidor como se muestra en un modelo de la figura 18-II o eventualmente el niple de conexión con juntas de vinculación. Además, una válvula de retención como seguridad, para impedir el retorno del agua de suministro domiciliario a la red y el rácord para el empalme con el usuario.

FIGURA 18-II. Modelo de medidor de agua a turbina

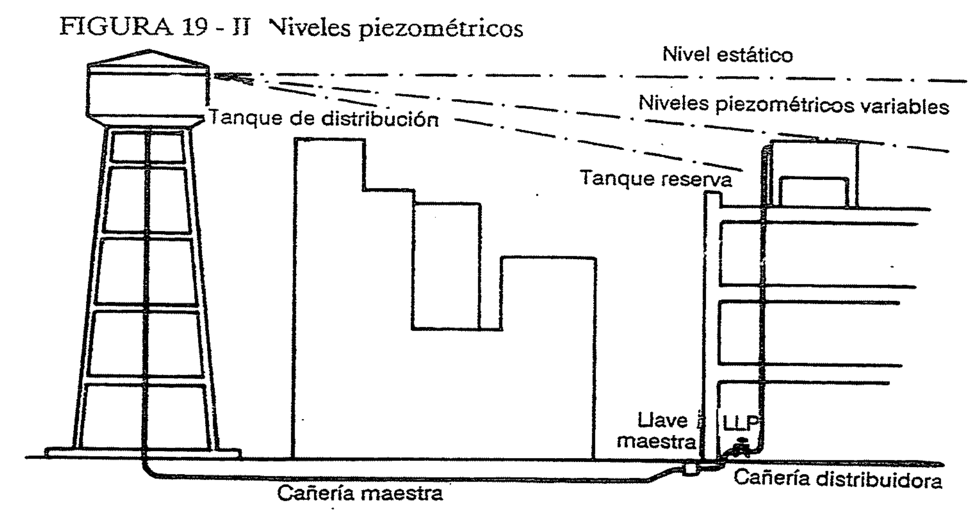


Nivel Piezométrico

Si el agua no está en movimiento, la altura que alcanza en los edificios es la misma que en los tanques de distribución, por vasos comunicantes.

A ese nivel se lo denomina *nivel hidrostático o estático.* Al producirse la circulación el agua debe vencer resistencias que implican pérdidas de carga, alcanzando un nivel más bajo, llamado *nivel piezométrico* el que va a ser variable según el consumo como se muestra en la figura 19 II.

FIGURA 19 - II Niveles piezométricos

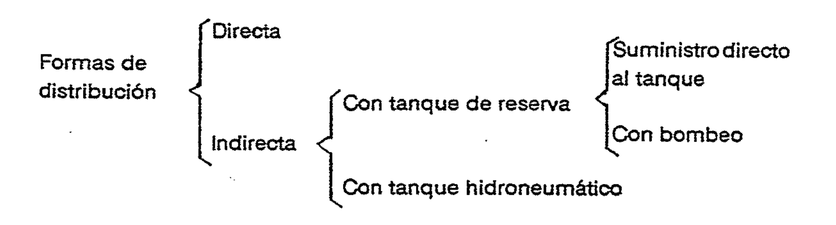


Cuando el consumo es pequeño por ejemplo en horas de la noche el caudal que circula es menor y la fricción disminuye, tendiendo dicho nivel a subir. Caso contrario en horas de máximo consumo.

Por ello, se fijan dos niveles, uno máximo y otro mínimo para los casos enunciados precedentemente.

FORMAS DE DISTRIBUCION DOMICILIARIA DE AGUA CORRIENTE

La distribución domiciliaria de agua puede clasificarse de la siguiente manera:



Servicio directo:

Solo se permite este servicio en los casos en que no haya ningún artefacto a una altura mayor de 5 metros con respecto al nivel acera, como se señala en la Figura 20 II.

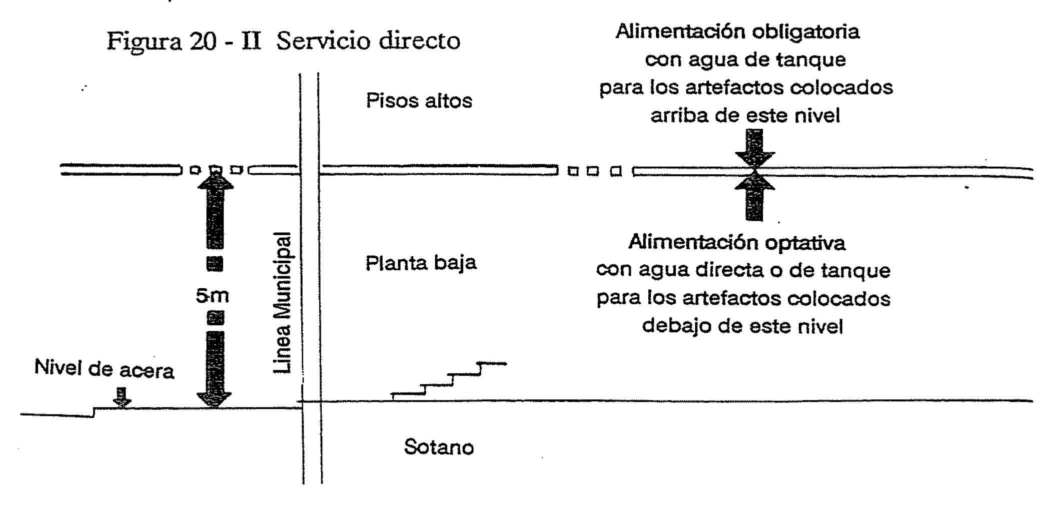
Esto solo es posible en casas de poca altura, por lo general de planta baja y uno o dos pisos altos.

Servicio indirecto

Corresponde a edificios en que los artefactos están ubicados a alturas superiores a 5 metros sobre el nivel de la vereda. Puede utilizarse para tal fin:

*Tanque de reserva
*Tanque hidroneumático

Figura 20 - II Servicio directo



Tanque de reserva

En estos casos la alimentación puede hacerse en dos formas, según se indica en la figura 21 II, mediante:

* Suministro directo
* Bombeo

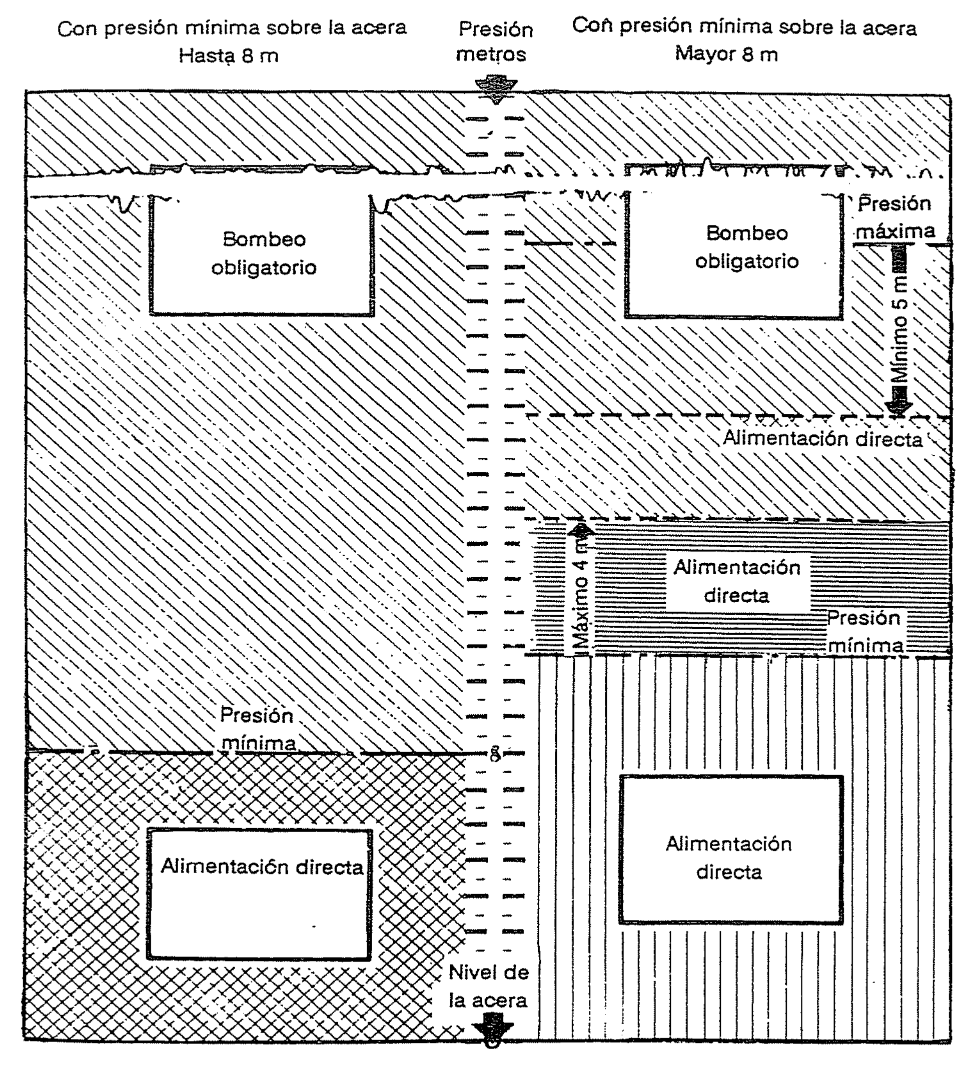
Suministro Directo

Se permite para presiones mínimas sobre vereda de hasta 8 metros. Existen excepciones según se indica en la figura 21 II.

Para presiones mínimas mayores de 8 metros es permitida la alimentación hasta 4 metros como máximo sobre la presión mínima y si se supera dicho límite, puede admitirse aún la alimentación directa, siempre que el tanque de reserva esté ubicado a 5 metros por debajo del nivel de presión piezométrico máximo.

Cuando el tanque de reserva es alimentados en forma directa de la red, se efectúa la regulación del nivel de agua mediante un flotante mecánico.

FIGURA 21 - II Formas de suministro a tanque de reserva



Alimentación mediante bombeo:

La alimentación al tanque de reserva con equipo de bombeo puede ser mediante:

* Tanque de bombeo
* Bombeo directo de la red

Tanque de Bombeo

Consiste en un tanque donde se recibe el agua directamente de la conexión y desde alli, por medio de un equipo de bombeo, se la eleva al tanque de reserva.

La entrada del agua al tanque de bombeo se regula por medio de una válvula flotante. La cañería de impulsión debe salir del fondo del tanque de bombeo, como se indican en las figuras 22 II a 26 II.

Cuando el tanque de bombeo se encuentra ubicado a un nivel inferior al de la vereda y el diámetro de la conexión es igual o mayor que 0,032 m, la cañería antes de llegar al tanque, debe levantarse verticalmente hasta una altura de 2,50 m. sobre el nivel de la vereda, formando un puente o sifón invertido que debe llevar una válvula de desaire. Con este dispositivo se tiende a evitar que se perjudique a las fincas vecinas, cuando disminuye la presión en la red de suministro.

FIGURA 22 - II Alimentación mediante tanque de bombeo

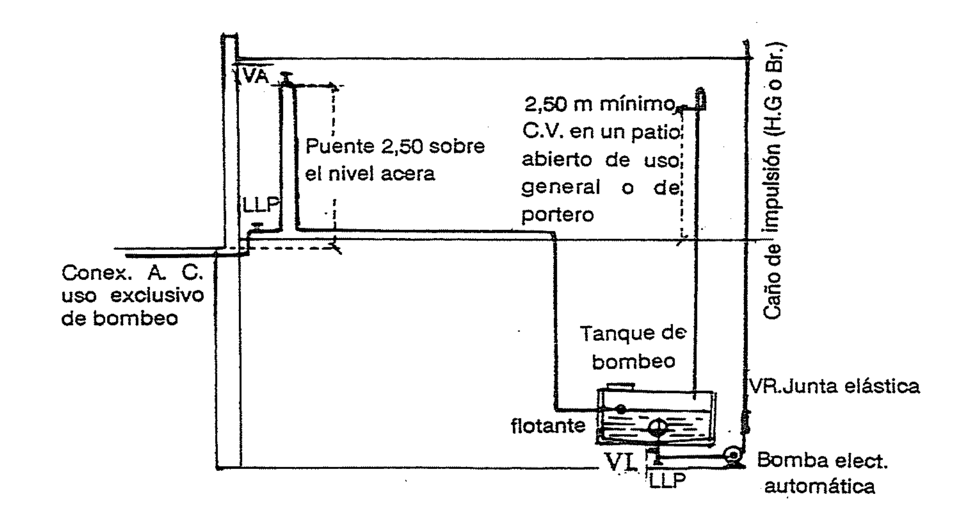


FIGURA 23 - II Variante equipo de 3 bombas

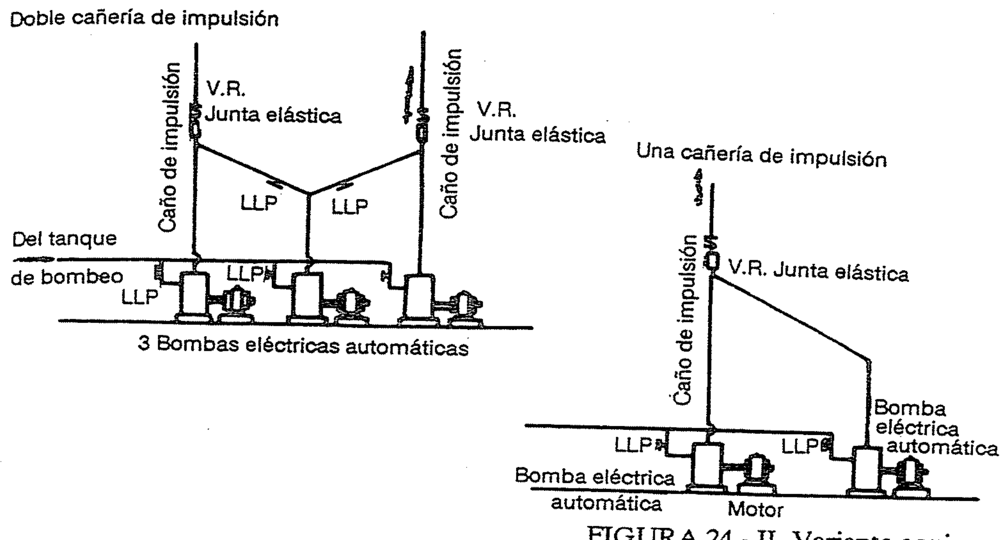


FIGURA 24 - II Variante equipo de 2 bombas

FIGURA 25 - II Tanque y equipo de bombeo

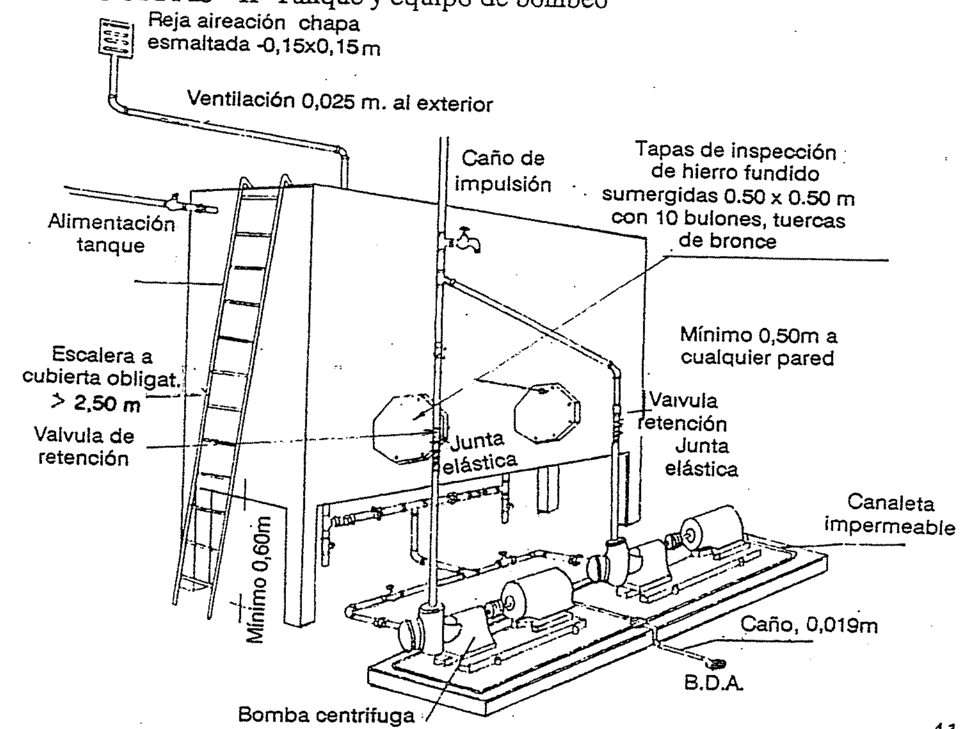


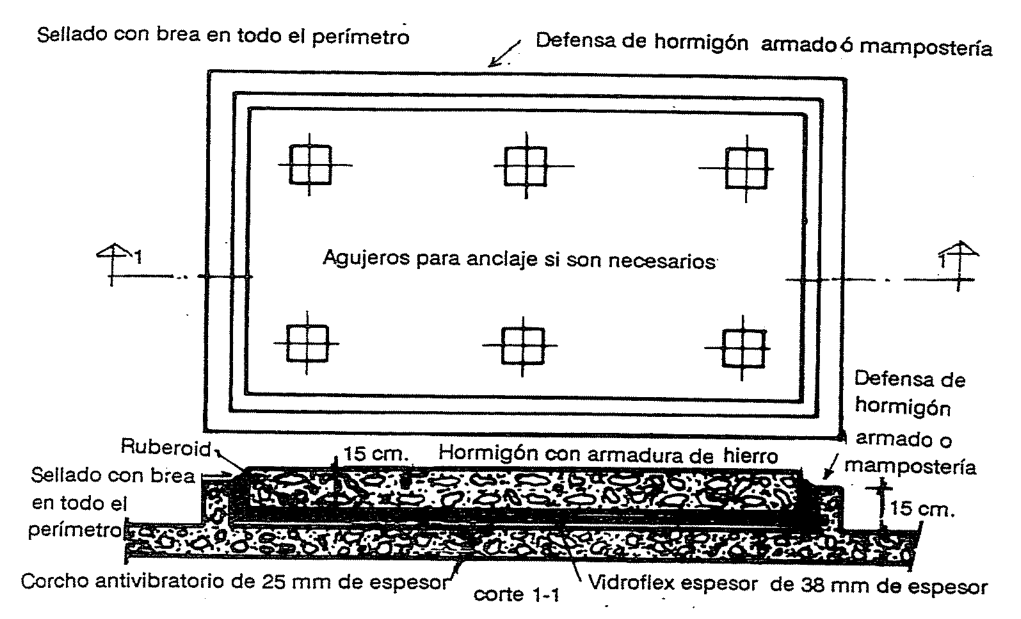
FIGURA 26 - II Detalles de instalación de equipo de bombeo

Referencias
1. Interruptor manual con fusibles
2. Interruptor autom.protector del motor
3. Llave conmutadora manual
4. Caja de conexiones
5. Interruptor automático
6. Llave de paso en la cañería de aspiración
7. Válvula de retención
8. Brea (capa de 10 mm de espesor)
9. Material antivibratorio

Se debe montar las bombas sobre una *base antivibratoria* según figura 27 II y a la vez deben ir unidas a la cañería con una junta flexible, a fin de evitar la transmisión de vibraciones a la estructura del edificio o la red de cañerías respectivamente.

Por otro lado es indispensable la instalación de una *válvula de retención* a fin de impedir el retroceso del agua de la cañería de alimentación por gravitación, cuando la instalación no funciona.

FIGURA 27 - II Base antivibratoria



El agua impulsada por el montante entra en forma directa al tanque de reserva, regulándose su admisión en forma automática.

Las bombas funcionan comandadas por un flotante automático mediante una varilla que se desplaza con el flotador, la que acciona contactos eléctricos del interruptor a la que está vinculada, como se detalla en la figura 26 II.

De esa manera cuando se alcanza en el tanque de reserva el *nivel mínimo prefijado* se pone en marcha la bomba y cuando el nivel aumenta asciende el flotador con la varilla, hasta que se detiene cuando llega al *nivel máximo* establecido.

En el tanque de bombeo, además, debe preverse que si se deja de suministrar agua de la red exterior, puede quedar sin ella y en tal caso el bombeo podría efectuarse en vacío.

Por tal motivo en el tanque de bombeo se instala otro regulador automático para cortar el funcionamiento de la bomba, si el nivel desciende a un valor mínimo.

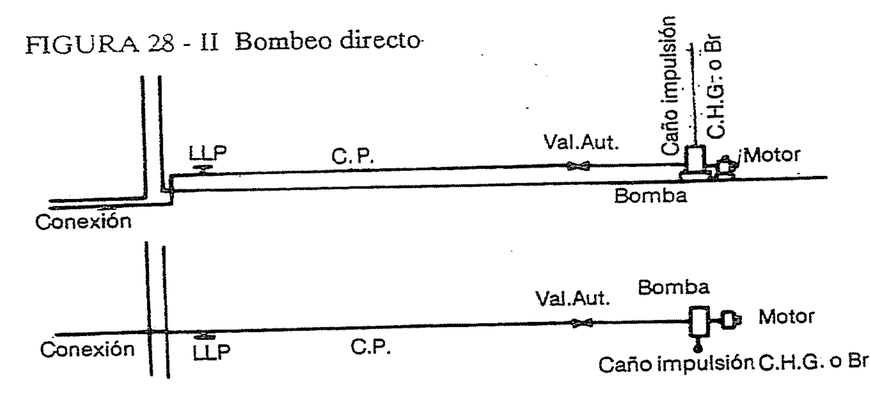
Bombeo directo a tanque de reserva

En el sistema de *bombeo directo*, se conecta la cañería de alimentación al equipo de bombeo, que eleva el agua al tanque de reserva, como se observa en la figura 28 II.

Es decir que el procedimiento consiste en succionar el agua de la red de distribución, prescindiendo del tanque de bombeo intermedio.

A tal efecto, debe emplearse con muchas limitaciones y como excepción en casos particulares, a fin de evitar que se produzca una disminución de presión en la red, que deje sin agua a los predios vecinos. Para evitar ello, se debe emplear una válvula de corte automático cuando la presión de la red en los momentos pico de consumo, disminuyan por debajo de 2,50 m.

FIGURA 28 - II Bombeo directo

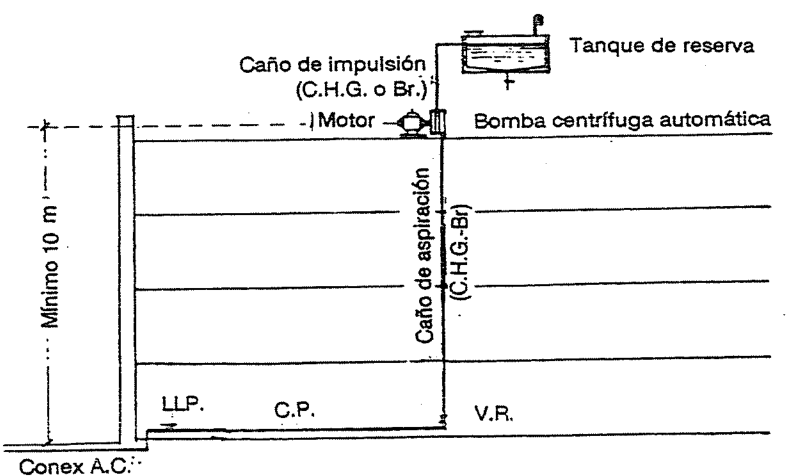


Se puede llegar a admitir en el caso de edificación de una sola planta y como máximo 6 unidades de viviendas, o edificios existentes que no posean equipos de bombeo, siendo su instalación necesaria y no se cuente con espacio disponible.

Se admite que puede conectarse directamente al tanque de reserva, siempre que la bomba centrífuga esté ubicada como mínimo a 10 m.sobre el nivel de acera, como se muestra en la figura 29 II.

Como la bomba puede succionar hasta 7 metros, cuando la presión de la red disminuye los 3 metros, la misma no funciona evitando de esa forma dejar sin agua a los edificios vecinos.

FIGURA 29 - II Bombeo directo a tanque de reserva



Característica de los tanques de reserva y bombeo

Los tanques de reserva y bombeo deben cumplir una serie de requisitos en cuanto a ubicación y características constructivas, debiendo ser ejecutados con materiales que no alteren bajo ningún concepto la naturaleza y características de potabilidad de agua, contando con un adecuado cerramiento para que no sea afectada por elementos contaminantes que puede contener el aire exterior .

Para tanques de pequeñas capacidades, por lo común menos de 1000 litros, se los prefabrican en cemento o fibrocemento , distribuyéndose listos para instalar, cuyas características particulares se indican en las figuras 30 y 31 II y el cuadro 1 II..

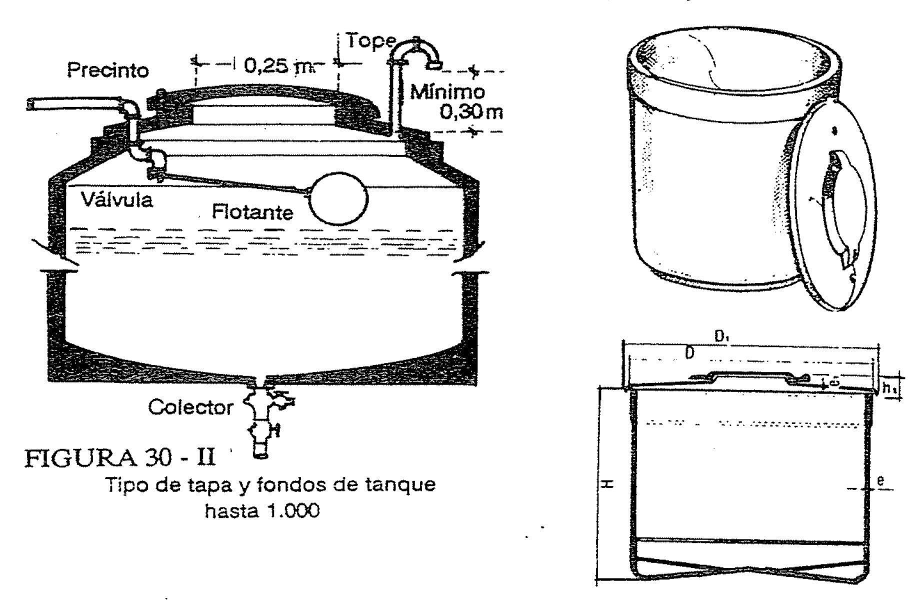


FIGURA 30 - II
Tipo de tapa y fondos de tanque hasta 1.000

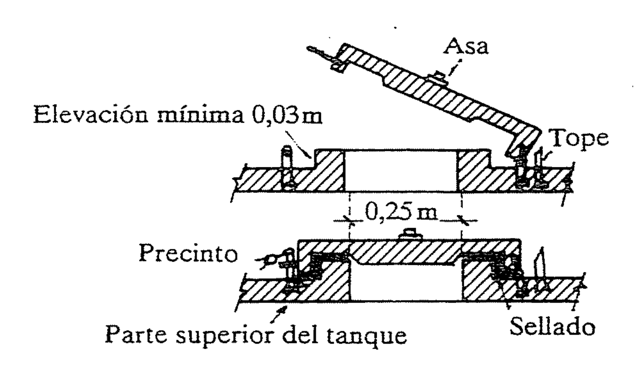
FIGURA 31 - II
Características de tanque de fibrocemento

CUADRO 1 - II Dimensiones de tanques de profundidad

Capac. l	Diámetro D mm	Altura H mm	Espesor e mm	Peso Aprox. kg Tanque	Diámetro D_1 mm	Altura h_1 mm	Espesor e_1 mm	Peso Aprox. kg. Tapa
300	830	665	8	34	870	110	7	7
500	940	820	9	48	980	110	7	9
850	1140	930	10	85	1165	115	8	14
1000	1140	1095	10	95	1165	115	8	14

Los tanques de mas de 1000 litros, generalmente son construidos en obra y se los ejecuta en hormigón armado con revoque impermeable interior, debiéndose instalar una tapa superior de inspección de 25 x 25 centímetros como de indica en la figura 32 II , destinada al mantenimiento de los dispositivos de control de nivel, la que debe ser precintada, con objeto de evitar que se produzca la contaminación del agua, en caso de que circunstancialmente quede abierta. Además, para facilitar el acceso, se debe colocar una *tapa hermética sumergida* de 50 x 50 centímetros como mínimo, ubicada en el tercio inferior.

FIGURA 32 - II Características de las tapas superiores



El fondo del tanque debe tener una pendiente mínima de 1:10 hacia el caño de salida y la losa del fondo con las paredes verticales deben tener un chaflán a 45° y en una longitud de 0,20 metros como mínimo, con el fin de evitar la acumulación de suciedades y facilitar la limpieza, como se muestra en la figura 33 II. El caño de salida puede ubicarse en el centro o en un lateral del tanque.

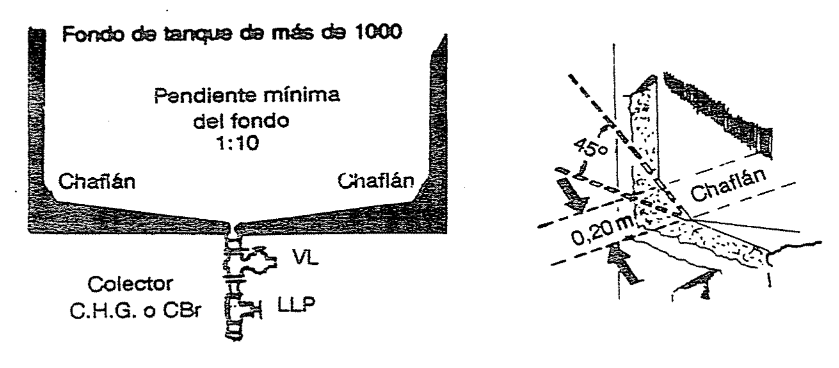
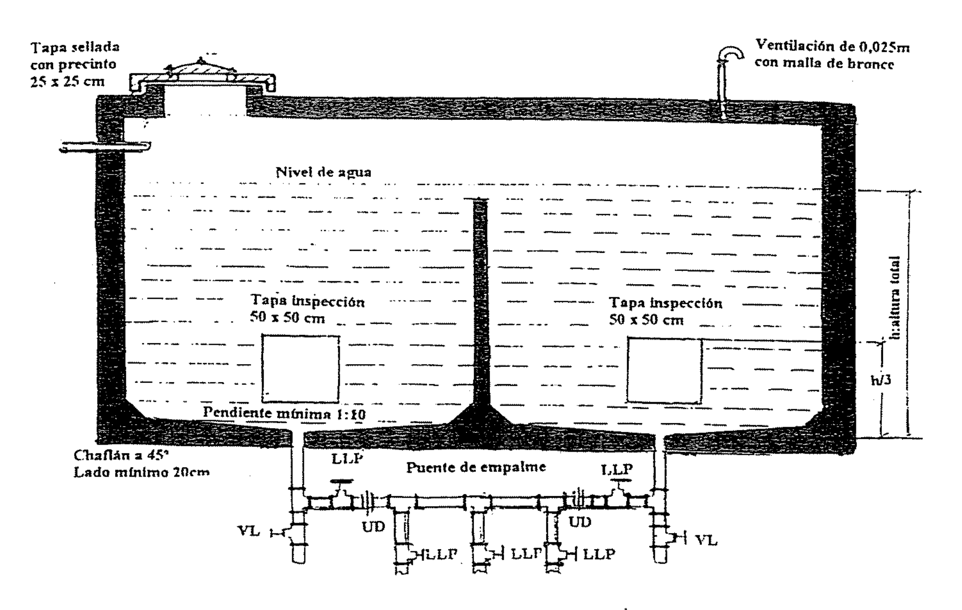


FIGURA 33 - II Características del fondo y del colector

Cuando la capacidad de los tanques es mayor de 4000 litros, debe dividirse por un tabique en dos secciones iguales, permitiendo de esa forma efectuar la limpieza periódica de uno de ellos en forma independiente, manteniendo en todo momento en el edificio el suministro de agua, como se indica en la figura 34 II..

FIGURA 34 - II Tanque para capacidades desde 4000 l. dividido

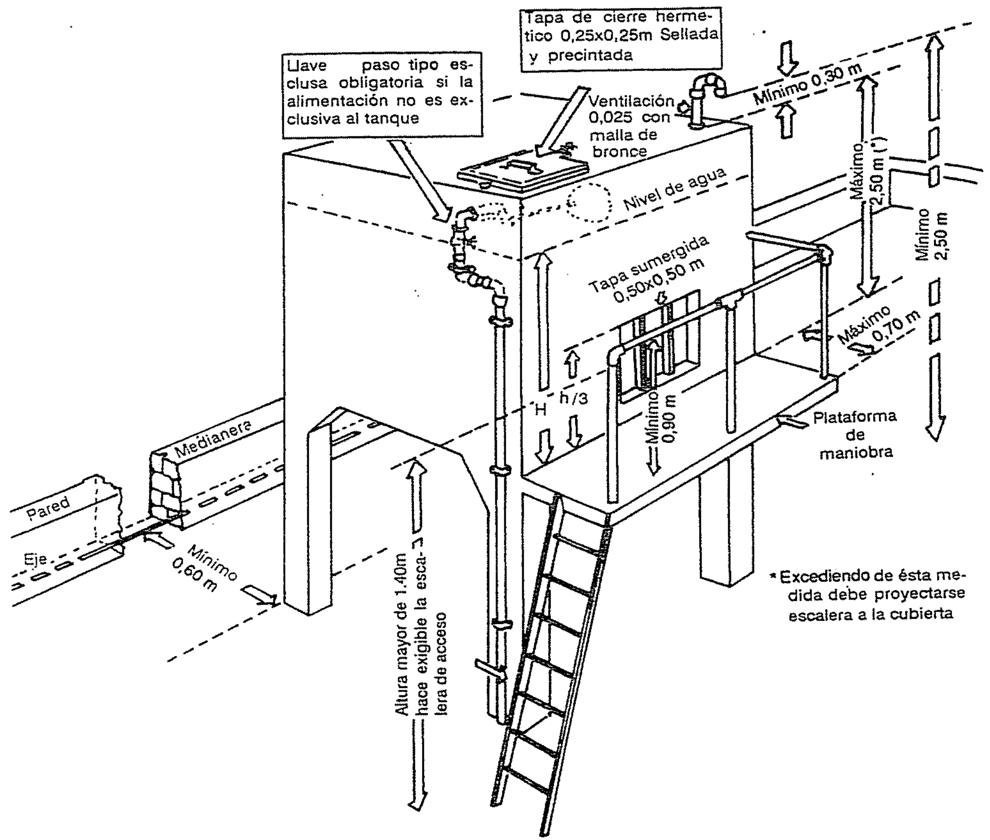


La entrada de agua debe efectuarse por parte superior y elevada como mínimo 0,10 metros sobre el nivel de agua, utilizando válvula a flotante si la alimentación es directa o alimentador automático a flotante cuando existe bombeo.

Los tanques no deben llevar desborde y a los efectos de la ventilación se debe colocar un caño de hierro galvanizado, bronce o latón de 25 milímetros de diámetro con un orificio curvado hacia abajo, protegido con una malla fina de bronce, para impedir la entrada de suciedades o insectos, rematando a una altura de 0,30 metros como mínimo de la cubierta superior y en caso de que el tanque se ubique en sótanos o lugares cerrados, debido a que el aire puede estar viciado o contaminado, el caño de ventilación debe llevarse al exterior, alejado de lugares donde pueda haber emanaciones que afecten la calidad del agua.

Para facilitar la maniobra y operación, cuando la distancia desde el eje de la tapa hermética sumergida de acceso y el nivel del piso es mayor de 1,40 metros, debe construirse una plataforma de un ancho mínimo de 0,70 metros con baranda de 0,90 metros de altura., que debe sobrepasar como mínimo 0,25 metros los costados de las tapas mencionadas con una escalera de acceso, como se indica en la figura 35 II.

FIGURA 35 - II Detalles de instalación de tanque de hormigón armado



Si desde el piso o eventualmente desde la plataforma de maniobra, hasta la parte superior del tanque, hay una altura mayor de 2,50 metros debe colocarse también una escalera de acceso, desde el piso o desde la pasarela, destinada a facilitar el acceso para inspecciones y mantenimiento, la que debe no empotrarse en el tanque por debajo del nivel de agua, a fin de evitar posibles filtraciones. Además, los tanques deben elevarse por lo menos 0,60 metros del nivel del piso para acceso y operación de válvulas de cierre de los colectores.

Los tanques deben colocarse en lugares donde resulta posible la visualización externa de todos sus lados, incluso el fondo, para comprobar los casos de pérdidas y posibilitar su fácil reparación, no debiéndose colocar enterrados.

Los tanques de bombeo se instalan separados como mínimo 0,50 metros del interior en caso de medianeras o paredes propias y los de reserva 0,60 metros del eje de muros medianeros o los que exija la municipalidad del lugar, según se indica en la figura 36, 37 y 38 II. En caso de que no limite a terraplén o medianera, el tanque

puede arrimarse a una pared propia, porque en caso de pérdida puede accederse rompiendo la misma, pero ello no constituye una buena práctica de proyecto.

FIGURA 36 - II
Separación de tanque de terraplén

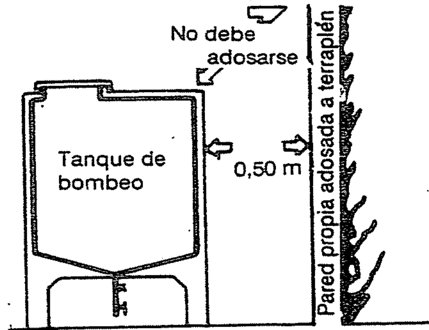


FIGURA 38 - II
Separación de tanques de medianeras en azotéa

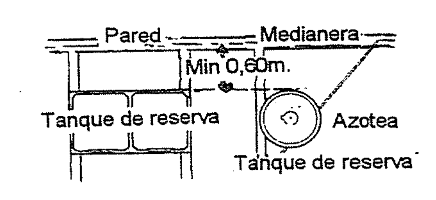
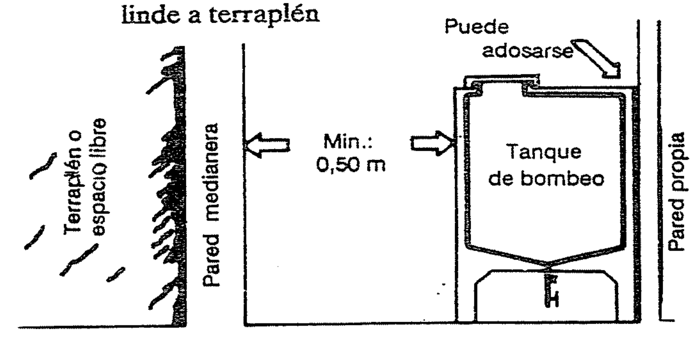


FIGURA 37 - II Separación de tanque de medianeras y pared propia que no linde a terraplén



CAPACIDAD DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO

La capacidad de los tanques de almacenamiento de agua en un edificio, se establece *como mínimo en función del consumo diario*. Por otra parte los tanques no deben ser de tamaño exagerado por el riesgo de contaminación si el agua almacenada permanece demasiado tiempo en el mismo. Por tal motivo se establece que *no sea mayor que el 50% la reserva mínima diaria exigida.*

Esa capacidad mínima se debe calcular en función del consumo diario de los artefactos, para lo cual debe tenerse en cuenta la naturaleza del edificio y su forma de alimentación. En caso de un edificio de vivienda, compuesto por *baño principal, baño de servicio y pileta de cocina, de lavar y lavacopas*, se pueden considerar las capacidades mínimas, indicadas en el cuadro 2-II:

CUADRO 2-II. Capacidad mínima de reserva diaria para viviendas

Alimentación directa	850 litros
Alimentación con bombeo	600 litros

Si hay otros artefactos o conjunto de artefactos además de los indicados precedentemente, se debe tomar el 50% de los valores consignados en el cuadro 3-II, para oficinas, comercios o depósitos.

CUADRO 3-II. Capacidad mínima de reserva diaria para edificios de oficinas, comercios o depósitos

Provisión	Baño o toilett	Mingitorio	Lavatorio, pileta Cocina o lavar
Directa	350	250	150
Bombeo	250	150	100

La reserva diaria está compuesta *por la capacidad del tanque de reserva más la del tanque de bombeo,* debiéndose considerar para el diseño del tanque de reserva, un mínimo 1/3 de la reserva diaria y para el tanque de bombeo 1/5 de la reserva diaria.

Cálculo práctico

Sea determinar la capacidad del tanque de reserva para una casa de planta baja y 5 pisos, a razón de 4 departamentos por piso. Se supone que a planta baja se suministra agua directa, lo que permite menor capacidad de tanque de reserva y energía de bombeo.

Se adopta un tanque de reserva de la *capacidad mínima diaria, o sea*:

600 litros/dep. x 20 dep. = 12000 litros

Se considera un tanque de bombeo de 1/3 del tanque de reserva, de modo que se tiene:

12000 litros/3 = 4000 litros

La reserva diaria total del edificio será de 12000 + 4000 = 16000 litros.

De esa manera, *se cuenta con toda la reserva diaria de agua disponible por gravitación* en caso de falta de suministro de agua o electricidad, sin superar el 50% de la capacidad mínima diaria exigida que sería de 1,5 x 12000 = 18000 litros.

Tanque hidroneumático

Consiste en un tanque en el que se comprime el agua a la presión necesaria para vencer los frotamientos que se producen en las cañerías de distribución.

Está compuesto generalmente por un tanque de hierro galvanizado herméticamente cerrado y capaz de soportar la presión máxima de la instalación, en la que se mantiene un volumen de aire comprimido, cuyos detalles se muestran en la figura 39 II

El aire actúa como regulador que mantiene constante la presión de agua que llena el tanque.

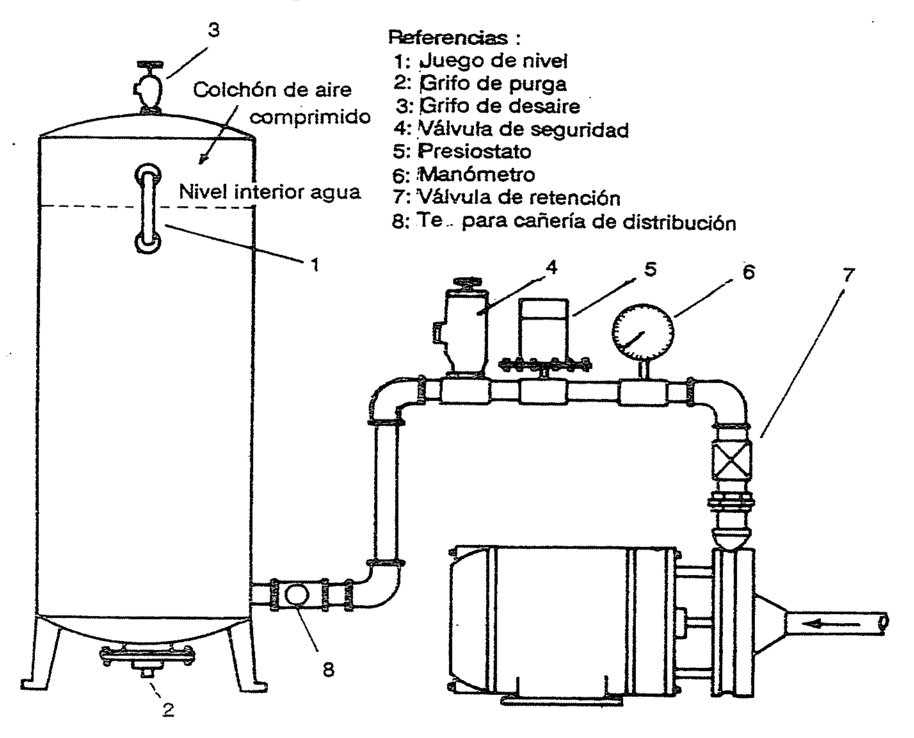
Cuando una canilla es abierta, se origina un consumo de agua que es reemplazada por el mismo aire que se expande actuando como un colchón o resorte.

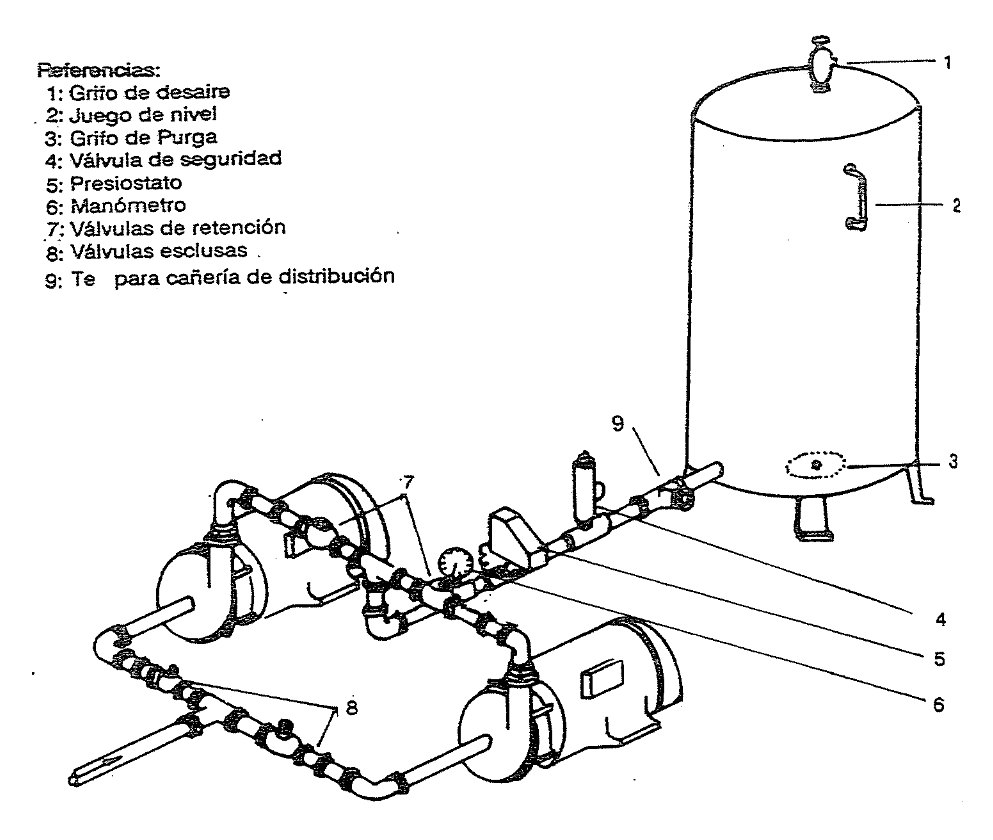
Cuando el consumo se hace elevado, tiende a disminuir la presión en el tanque poniéndose en marcha la bomba, suministrando la cantidad de agua adicional necesaria.

El equipo consta de un presiostato eléctrico para el funcionamiento automático, que conecta el motor de la bomba cuando la presión llega al límite inferior y lo desconecta cuando llega al superior.

Debe instalarse una válvula de seguridad que permita descargar el exceso de agua, en caso de producirse una sobrepresión en la instalación.

FIGURA 39 - II Tanque hidroneumático





En casos especiales en que se requiere grandes presiones puede utilizarse un compresor, que comprima la parte superior con aire, aumentando de esa manera la presión de la red.

Las instalaciones hidroneumáticas tienen las siguientes ventajas y desventajas con respecto a las de depósito abierto.

Ventajas:

* Se reduce el peligro de alteración o ensuciamiento del agua, dado que el depósito es herméticamente cerrado.
* Los depósitos abiertos están limitados por la altura en cuanto a la presión de la red de distribución, mientras que en estos casos este factor no es determinante.
* Se evitan los pesos que se originan en la estructura así como se aumentan los espacios en las terrazas.

Desventajas:

* Se requiere una mayor atención y mantenimiento
* No se cuenta con volumen de agua suficiente de reserva en el caso de una reparación de la instalación o falta de energía eléctrica.

Para la limpieza de los tanques de almacenamiento de agua se instalan *válvulas de limpieza* en los lugares indicados en las figuras precedentes, las que pueden ser del tipo esclusa o media vuelta de las dimensiones indicadas en el cuadro 4 II.

El agua de limpieza no debe conectarse en forma directa al desagüe para que pueda detectarse las eventuales pérdidas de agua.

CUADRO 4 II Dimensiones de válvulas de limpieza

Capacidad tanque litros				Válvula esclusa m.	Llave de 1/2 vuelta m.
Hasta			100	0,013	0,019
de	101	a	500	0,019	0,025
"	501	"	1.000	0,025	0,032
"	1.001	"	2.000	0,032	0,038
"	2.001	"	3.000	0,038	0,050
"	3.001	o	más	0,050	0,060

Cañerías para la distribución de agua

Las cañerías para la distribución de agua deben instalarse de modo de que en caso desperfecto el agua no se contamine y las pérdidas puedan ser fácilmente detectadas para su reparación, evitando colocarlas sobre tierra o vinculadas directamente a desagües. Por ello, como norma general se colocan embutidas en canaletas ejecutadas en las paredes, a una altura de unos 30 cm sobre el nivel del piso, revestidas con pintura asfáltica, cartón acanalado u otra protección destinada a impedir la acción corrosiva de los morteros.

Los tipos de caños que se pueden emplear pueden ser metálicos como el *plomo, cobre, latón, bronce, acero galvanizado o inoxidable* o plásticos generalmente de *PVC, polipropileno o polietileno.*

Las cañerías de *plomo* fueron muy utilizadas, pero actualmente casi no se emplean debido su costo y a cuestionamientos sobre ciertos efectos nocivos. Tampoco se usan mucho las de *hierro galvanizado* debido a que forman normalmente incrustaciones especialmente en la unión de los accesorios que deben ser roscados, reduciendo su sección de paso y en cuando a los de *acero inoxidable* que constituye una mejora con respecto a los anteriores, son de aplicación reciente y requieren cierta experiencia en su montaje, debiéndose emplear accesorios especiales.

Las cañerías metálicas mas empleadas son las de *latón, bronce o cobre* en ese orden, utilizándose para su unión accesorios para soldar por *capilaridad* mediante electrodos de estaño denominado *soldadura blanda,* o de plata recomendada para agua caliente, que constituye la *soldadura fuerte.*

Los materiales plásticos empleados en las cañerías pueden ser unidos con accesorios mediante pegamento pero actualmente se emplea la soldadura molecular del mismo material por *termofusión* o eventualmente *electrofusión.*

El diámetro interno mínimo establecido para todas ls cañerías es de 0,013 m, salvo las de hierro galvanizado que es de 0,019m para contemplar la eventual reducción de sección que se producen por efecto de las incrustaciones.

En el proyecto de las cañerías, debe siempre estudiarse la forma de lograr el trayecto más corto, evitando la formación de sifones y bolsas de aire.

ELEMENTOS, DISPOSICION Y CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES DE CAÑERIAS PARA AGUA CORRIENTE

Elementos de cierre y apertura de circuitos

Se pueden mencionar los siguientes elementos entre otros:

*Llaves de paso
*Llave esclusa
*Llave de media vuelta
*Canilla de servicio
*Válvula de retención

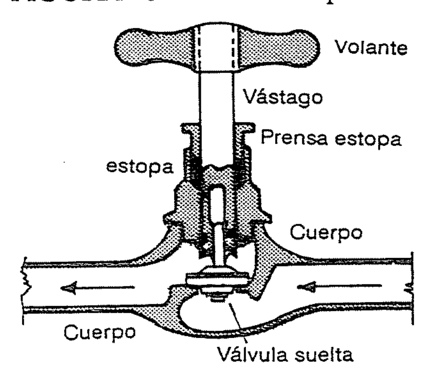
LLAVES DE PASO

Se denomina así a la llave ubicada en la cañería interna de la finca, que permiten independizar en forma total o parcial la instalación en caso que deban efectuarse arreglos o reparaciones.

Se exige la instalación de llaves de paso a válvula suelta, de acuerdo a figura 40 II, que son construídas de modo que el agua las recorra en un sentido determinado.

Por tal motivo el vástago debe colocarse siempre verticalmente.

FIGURA 40 - II Llave de paso



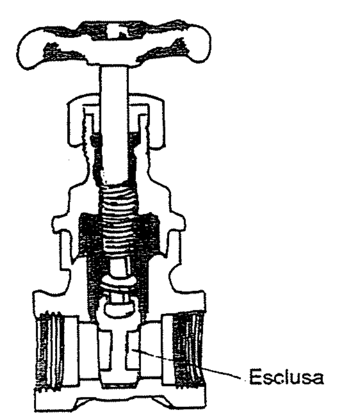


FIGURA 41 - II Llave esclusa

De esta manera si falta presión en la cañería externa, la válvula suelta cae y cierra el paso, impidiendo el retroceso del agua de la cañería que ya está en la instalación domiciliaria, por lo que se exige entonces como elemento de conexión.

LLAVE ESCLUSA

Consta de un diafragma o esclusa en forma de disco que se desplaza por una ranura, colocado en forma perpendicular a la circulación de la corriente. Su cierre se efectúa por medio de un vástago roscado, según se observa en la figura 41 II.

La válvula esclusa se emplea cuando no es posible el retroceso del agua, como es el caso de tanques.

LLAVE DE MEDIA VUELTA

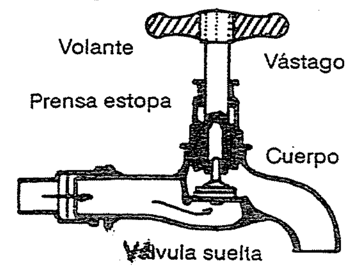
Se admite junto con la esclusa como válvula para limpieza de tanques. Son llaves del tipo de *cierre rápido*, no disminuyendo practicamente su sección en el cierre.

Debido al cierre no se permite su empleo como llave de paso dado que puede originar golpes de ariete.

CANILLA DE SERVICIO

Son de características similares a las llaves de paso, debiendo ser de válvula suelta para impedir el retroceso del agua en las cañerías, como se indica en la figura 42 II.

FIGURA 42 - II Canilla de servicio



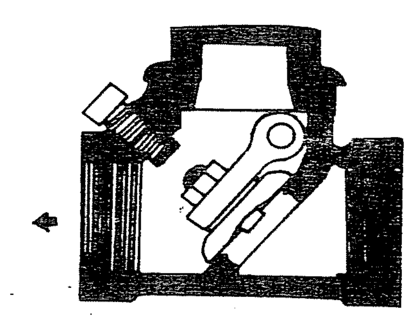


FIGURA 43 - II Válvula de retención

VALVULAS DE RETENCION

Es un elemento que deja pasar el agua solo en una dirección determinada, evitando la válvula de cierre el retroceso del fluido, empleándose en sistemas de bombeo, distribución de agua caliente, calefones, etc. como se detalla en la figura 43 II.

Disposiciones sobre llaves de paso

Se establece que en toda conexión domiciliaria se debe instalar una *llave de paso*. En caso de casas de departamentos debe colocarse una llave de paso general, la que debe quedar bajo el dominio de todas las unidades locativas.

Esta llave se ubica junto a la línea municipal a 1 metro como máximo, sobre el nivel de piso y con el vástago en posición vertical, según se señala en la figura 44 II.

En caso de colocarse en nicho en el frente del predio, debe ir en caja con llave como se indica en la figura 45 II.

FIGURA 44 - II Ubicación de llave de paso junto a línea municipal

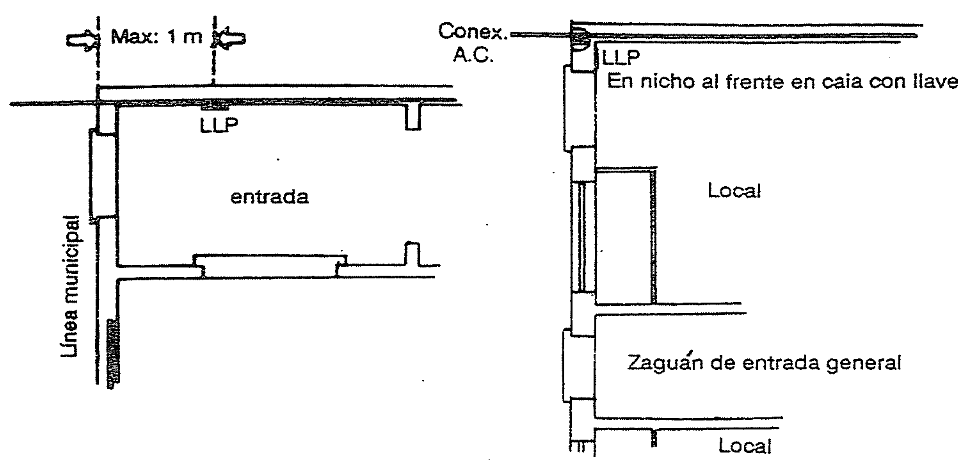
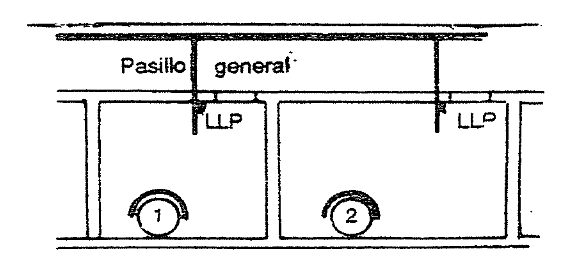


FIGURA 45 - II Ubicación de llave de paso en nicho al frente

Debe colocarse llave de paso en cada ramal de distribución directa o de tanque a cada unidad locativa, la que debe quedar bajo su dominio. Se puede colocar en pasillos generales, pero deben instalarse en nicho con llave.

Los detalles se indican en las figuras 46 II y 47 II.

FIGURA 46 - II Ubicación de llaves de paso en unidades locativas



Las bajadas de tanque deben estar provistas de llaves de paso.

FIGURA 47 - II Llaves de paso en pasillo general

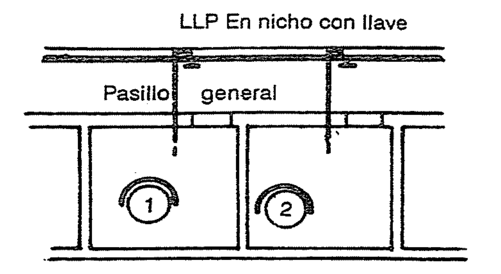


FIGURA 48 - II Llave de paso en bajada a colector con 2 o más derivaciones

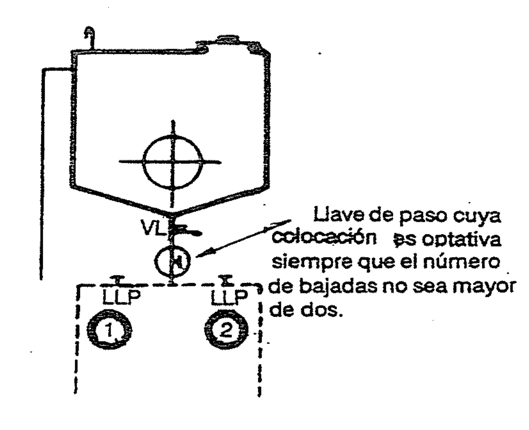
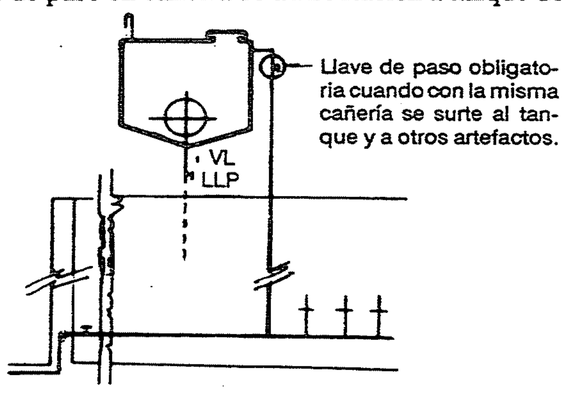


FIGURA 49 - II Llave de paso en cañería de alimentación a tanque de reserva



El colector general del que derivan dos bajadas pueden no llevar llaves de paso general como se indica en la figura 48 II.

Es obligatoria la colocación de llave de paso en la cañería de alimentación al tanque de reserva, cuando con la misma cañería se surte al tanque y a otros artefactos según el detalle de la figura 49 II.

Limpieza de artefactos sanitarios

La eliminación de las materias fecales, orinas, desechos, etc, de los artefactos sanitarios, se realizan mediante la descarga de un volumen de agua que produce el arrastre de las mismas, y la consiguiente limpieza.

Se distinguen dos formas de hacerlo:

*Acumulación de agua en depósitos pequeños
*Utilizando válvulas de limpieza de cierre automático

Depósitos

Según la forma de descarga pueden ser:

*Voluntaria
*Intermitente

Los de *descarga voluntaria* se utilizan para inodoros, mingitorios individuales y funcionan por medio de palanca, cadena o botón.

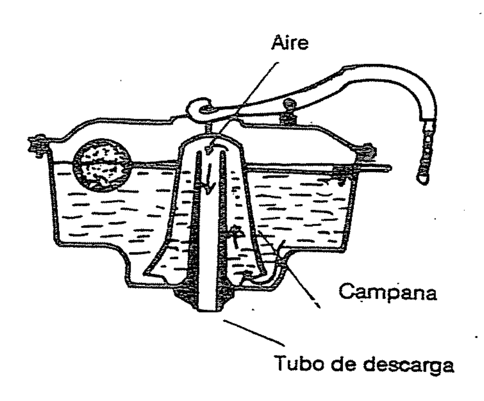
Los de *descarga periódica o intermitente* se utilizan generalmente en mingitorios en la que en forma periódica y automática se produce la descarga de un cierto volumen de agua para el lavado.

Hay infinidad de modelos de depósitos automáticos pero todos están basados en dos tipos fundamentales que son:

*Sifónico
*Silencioso

El modelo *sifónico* funciona mediante la descarga del agua contenido en un recipiente al producirse el desifonaje, cuando por medio de una palanca se levanta una campana que actúa como rama intermedia del sifón. Así, al ascender la campana penetra aire, el que se elimina por el caño de bajada al descender por gravitación, lo que provoca el cebado del sifón y la consiguiente descarga, según se observa en la figura 50 II.

FIGURA 50 - II Depósito sifónico

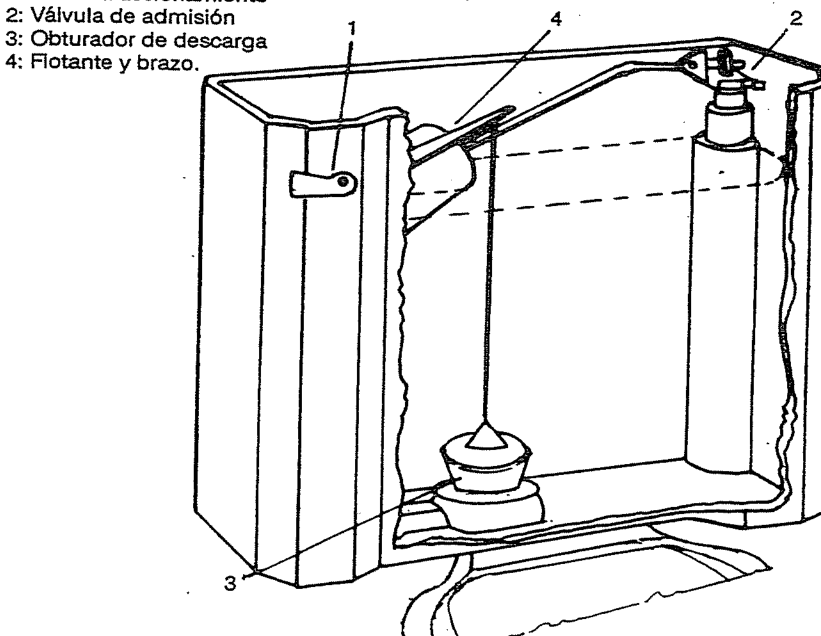


El modelo *silencioso* funciona por el simple vaciado brusco de un recipiente, directamente por su caño de descarga, al retirarse un cierre, generalmente una esfera o pera de goma que obtura la boca de descarga, mediante la acción de un botón o una palanca.

Existen dos tipos ya que pueden ser *exteriores*, ubicados sobre el artefacto, como se indica en la figura 51 II, o bien *embutidos* en el muro, quedando invisibles, según el detalle de la figura 52 II.

FIGURA 51 - II. Depósito externo para inodoros

Referencias
1: Palanca accionamiento
2: Válvula de admisión
3: Obturador de descarga
4: Flotante y brazo.

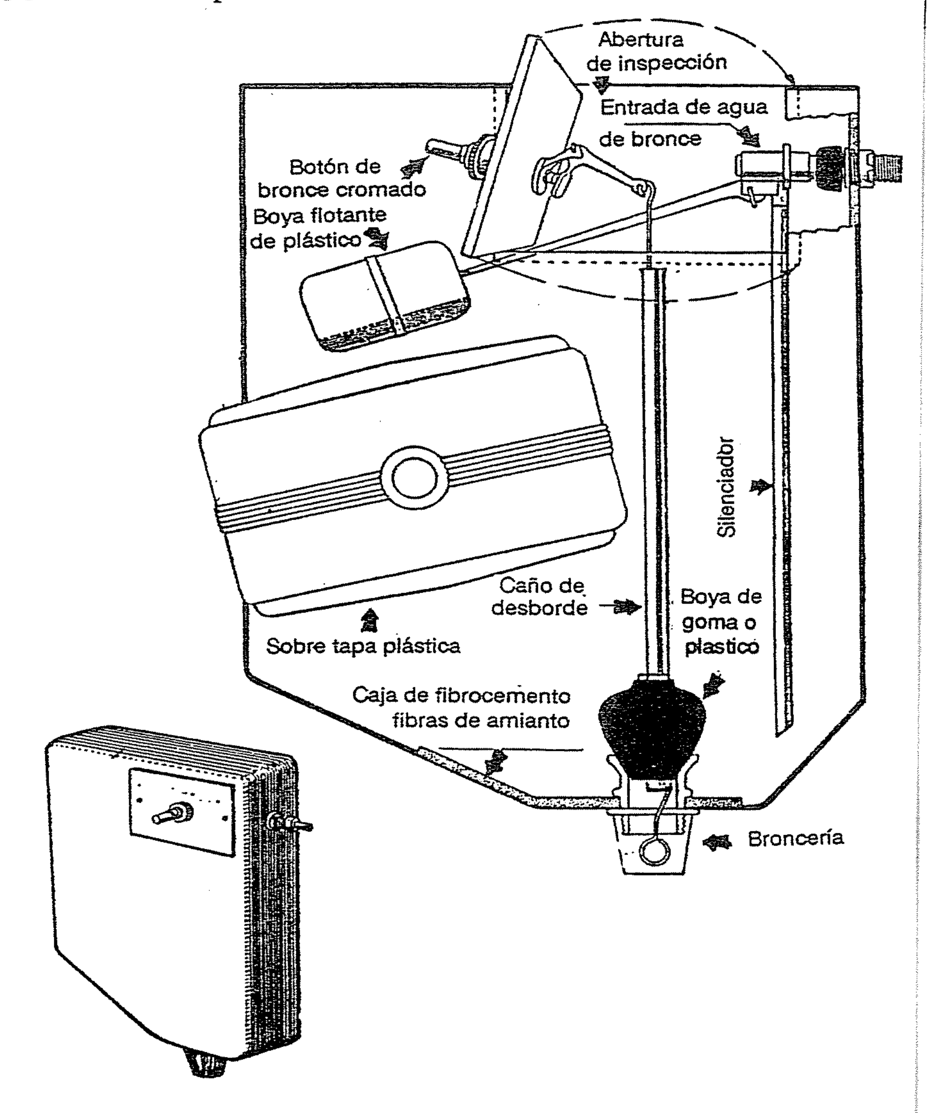


La capacidad de los depósitos de limpieza se fija generalmente en:

* 4 a 5 litros por cada mingitorio
* 9 a 11 litros por inodoro y 11 a 16 litros por inodoro tipo sifónico

La altura de colocación sobre el artefacto servido es de 1,40 a 2 m. sobre el asiento en el caso de inodoro de arrastre.

FIGURA 52 - II Depósito automático de descarga tipo silencioso de embutir.



Válvulas de limpieza

Son dispositivos que al ser accionados mediante un botón o palanca, dejan pasar un gran volumen de agua durante cierto tiempo al artefacto servido y luego cierran automaticamente.

Deben ser alimentadas por agua de tanque y llevar llaves de paso para independizarlas.

Tienen el inconveniente de que si se traban, sin que llegue a notarse a tiempo para cerrar la llave de paso, por el gran volumen de agua que descargan, pueden vaciar el tanque de reserva en un lapso muy breve.

Ruptor de vacío

El ruptor de vacío es una prolongación de la cañería de bajada de los tanques a una altura superior al nivel de agua de los mismos

FIGURA 53 - II Instalación sin ruptor de vacío

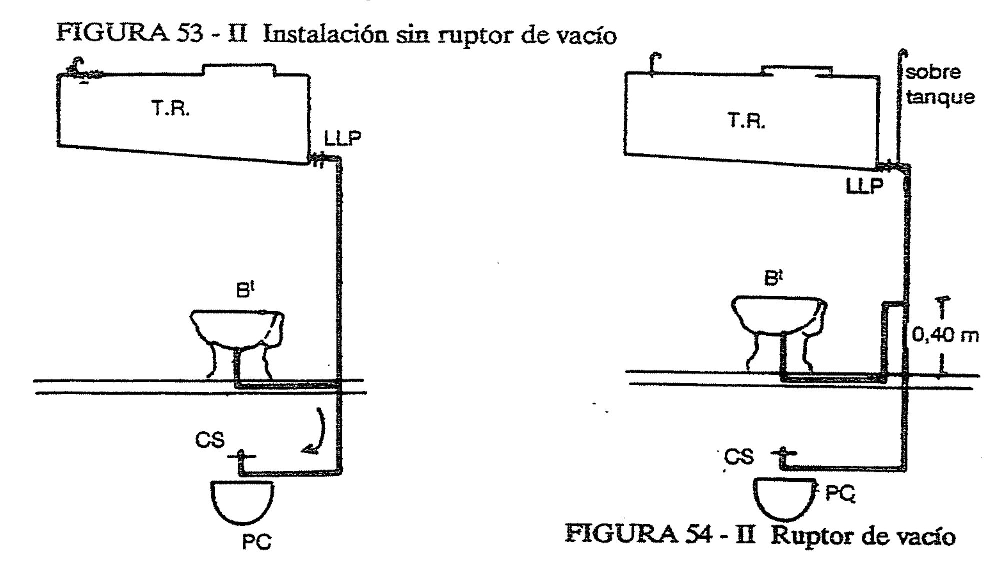


FIGURA 54 - II Ruptor de vacío

Si por alguna circunstancia según se observa en la figura 53 II se cierra la llave de paso a la salida del tanque, esta queda llena de agua independizada del mismo, sin entrada de aire.

Si llegan a abrirse dos canillas en forma simultánea en dos pisos, puede suceder que entre aire por la canilla superior y se descargue el agua por el nivel más bajo.

Si dicha canilla que se encuentra a nivel más alto estuviera sumergida, se produce sifón y el líquido saldría por la canilla más baja con riesgo de contaminación.

Estos artefactos sanitarios en que el suministro de agua se encuentra sumergido, se los denomina *peligroso.*

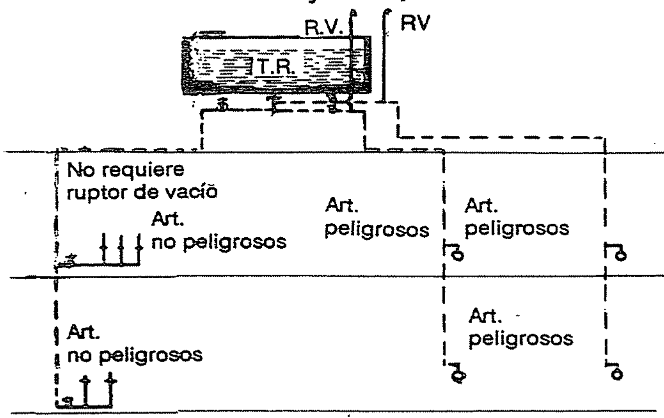
Ellos son por ejemplo el bidet con lluvia inferior, inodoros, vaciaderos o mingitorios con limpieza de válvulas, salivaderas, etc.

Con la prolongación del caño de bajada en forma de ruptor de vacío según se muestra en la figura 54 II se soluciona dicho inconveniente, ya que entonces el agua se descarga por la primera canilla abierta, sin provocar succiones en otros artefactos, debido a que el aire penetra libremente por el ruptor.

Se complementa dicha medida disponiendo la derivación de los ramales horizontales desde la cañería de bajada a una altura de 0,40 m. con respecto al nivel del piso, tal cual se indica en la figura 54 II.

El ruptor de vacío debe ubicarse antes de la llave de paso y deben colocarse en las bajadas que alimenten más de una planta, que utilicen artefactos peligrosos, según figura 55 II.

FIGURA 55 - II Montaje de ruptores de vacío

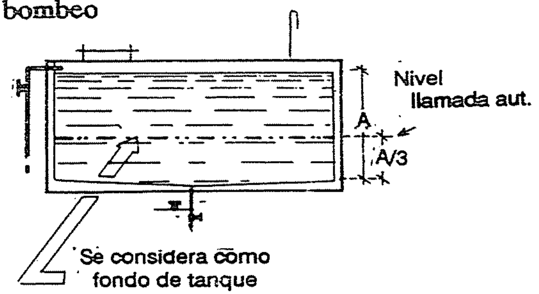


Cargas mínimas

Para que las cañerías de bajada puedan suministrar a los artefactos la cantidad de agua adecuada a la presión necesaria para el consumo, debe proyectarse entre el fondo del tanque de reserva y el artefacto, una *altura mínima*.

En el caso que el tanque de reserva esté alimentado por bombeo, puede considerarse en lugar del fondo del tanque, el nivel de llamada del dispositivo automático de comando, el que normalmente se ubica en el tercio del nivel de agua, según figura 56 II.

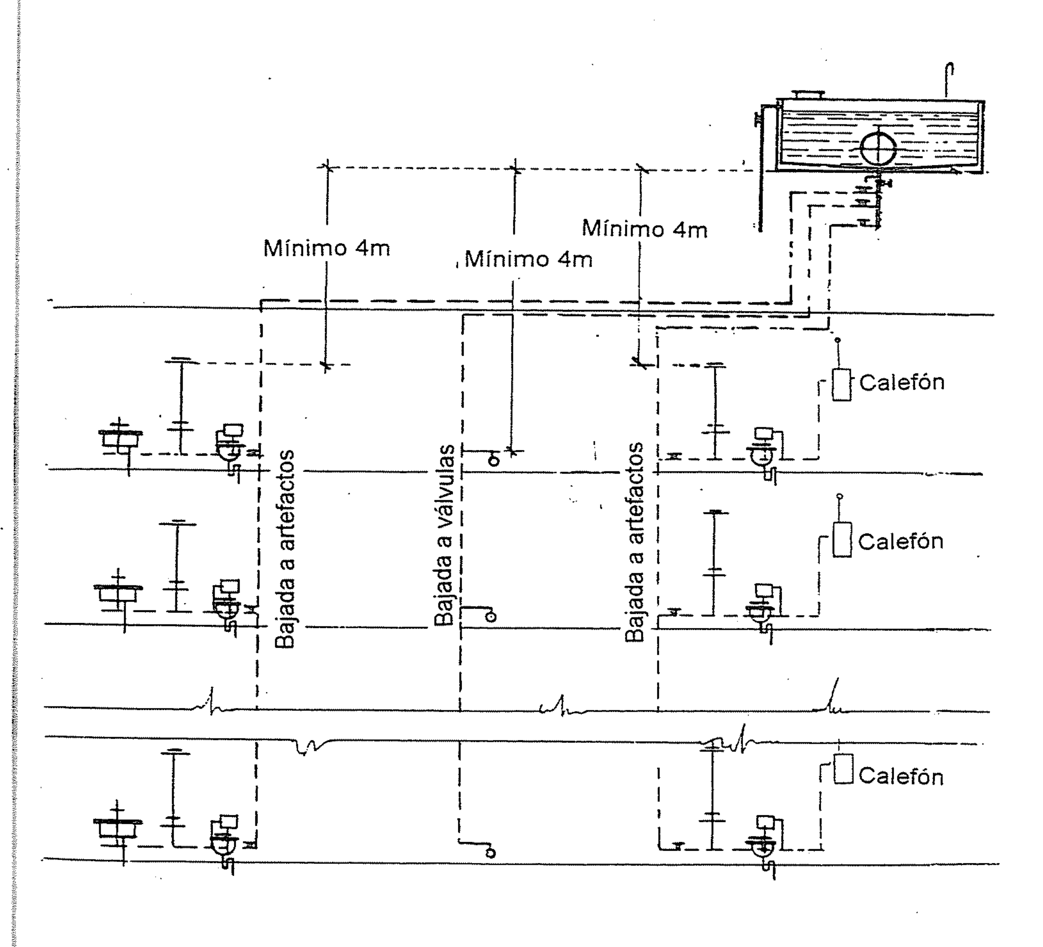
FIGURA 56 - II Nivel para carga mínima en tanque de reserva alimentado por bombeo



A fin de contar en las plantas superiores con una presión suficiente en los artefactos surtidos por bajadas de tanques de reserva, se considera que la *carga mínima* sobre los mismos debe ser en general de 4 metros, tal cual se consigna en los detalles indicados en la figura 57 II.

Sin embargo, se pueden contemplar casos especiales, en la que es posible reducir esa carga mínima, como las canillas de servicio de uso poco frecuente en azoteas, terrazas, balcones, etc. y los que están indicados en el cuadro 6 II.

FIGURA 57 - II Cargas mínimas de artefactos



CUADRO 6 - II. Reducción de carga mínima en casos especiales.

* Bajada que solo alimenta válvula de limpieza de inodoro y de 0,050 m. de diámetro o mayor: .... 2,50 m;
* Bajada que solo alimenta artefactos aislados o recintos con un artefacto: .... 0,50 m;
* Bajada a artefactos ubicados en una misma unidad locativa y ubicados en una misma planta, en distintos ambientes: .... 2,00 m;
* Calentadores de gas, con bajada independiente y 0,019m de diámetro: .... 2,00 m.

Provisión de agua a edificios de gran altura

En los edificios de gran altura, mayores de 40 a 45 metros, la distribución de agua directamente desde el tanque de reserva único ubicado en la azotea, origina presiones elevadas en los pisos inferiores, mayores de 4 atmósferas.

Dichas presiones son excesivas para el uso de artefactos, además de exigir cañerías reforzadas, aumentando los riesgos de pérdidas en uniones o juntas.

Para solucionar este problema, ningún tanque de reserva debe estar a más de 45 metros por arriba del nivel del artefacto que se ha de surtir.

Los casos de instalaciones a utilizar más comunes son las siguientes:

Caso 1: El tanque de reserva se ubica en la parte, más alta del edificio, y desde allí se distribuye a los pisos inferiores, hasta 45 metros, surtiéndo además otro tanque de reserva intermedio que es el que distribuye el agua a los pisos inferiores, según se muestra en la figura 58 II
Puede utilizarse en vez de ese tanque intermedio una válvula reguladora de presión, en tal caso el volumen del tanque de reserva superior debe corresponder al de todo el edificio.

Caso 2: Consiste en el bombeo individual por tanque, permitiendo utilizar bombas de menor caudal que las anteriores.
Para evitar el problema de una falla de la bomba que eventualmente dejaría sin agua a todo o parte del edificio, se requiere la instalación de una de repuesto, instalada en by-pass.

Muchas veces se efectúa en los pisos inferiores distribución directa, la que origina dos ventajas:

*Reducción de capacidad de tanques de reserva y bombeo
*Equipos de bombeo más pequeños.

FIGURA 58 - II Instalación con tanque reductor de presión en edificios de gran altura.

CAPITULO III

CALCULO DE CAÑERIAS DE PROVISION DE AGUA

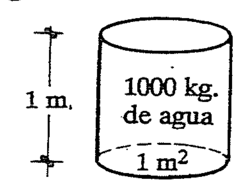
TEORIA SOBRE ESCURRIMIENTO DE FLUIDOS

Presión

Se denomina presión a la acción de una fuerza sobre la unidad de superficie, y se mide en kg/m^2.

Sin embargo, en la práctica, para medir la presión se utiliza la unidad metro o milímetro de columna de agua, que surge de tener en cuenta que un litro (1 dm^3) de agua pesa un kg a 4ºC de temperatura y a presión atmosférica normal.

FIGURA 1 - III Presión del agua



Si se supone un cilindro de agua cuya base es de 1 m^2 y su altura 1 m, su volumen es de 1 m^3 y, por lo tanto, pesa 1.000 kg, como se indica en la figura 1-III; por consiguiente se puede decir que:

$$1\text{m. de ca} = 1.000\ \text{kg/m}^2 = 0{,}1\ \text{kg/cm}^2.$$

En que:

ca: columna de agua

En las aplicaciones prácticas se suele trabajar con:

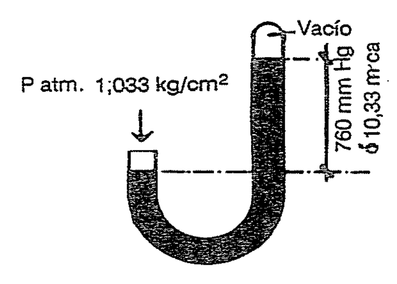
10 m ca = 1 kg/cm^2 y
1 mm ca = 1 kg/m^2

Las presiones pueden expresarse por el peso de una columna de mercurio en lugar de agua, a fin de poder efectuar cómodamente lecturas de presión en instrumentos de medición. En efecto, el mercurio pesa 13,6 veces más que el agua, de modo que:

$$1 \text{ m ca} = 1/13{,}6 = 73 \text{ mm Hg.}$$

Por ejemplo, la presión atmosférica a nivel del mar vale 1,033 kg/cm^2.
O sea: 1,033 kg/cm^2 = 10,33 m ca = 760 mm Hg.
De modo que si se tiene un tubo en U, en una de cuyas ramas se hace vacío, por vasos comunicantes el mercurio o el agua ascendería en altura al valor de la presión atmosférica, de acuerdo a lo señalado en la figura 2 III

FIGURA 2 - III Columna de agua o mercurio.



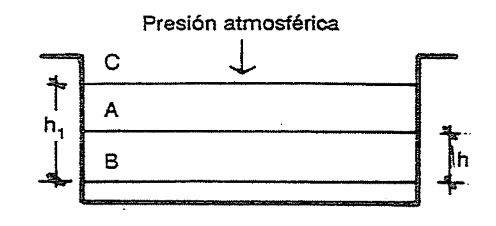
Presión hidrostática o de posición

Si se tiene un recipiente con un líquido cualquiera, en la que se consideran dos planos A y B que se encuentran a distintos niveles como se muestra en la figura 3 III, se puede decir que la diferencia de presión que existe entre los mismos es igual a :

$$pB - pA = h\gamma$$

siendo: pB : Presión en B (kg/m^2 o mm ca);
pA : Presión en A (kg/m^2 o mm ca);
h : Diferencia de nivel entre ambos planos (m);
γ : Peso específico del líquido (kg/m^3)

FIGURA 3 - III Diferencia de presión en líquidos



Es evidente, entonces, que todos los elementos que están a igual nivel tienen igual presión.
Si se quiere hallar la diferencia de presión con respecto a otro plano C, ubicado a nivel de agua,en contacto con la presión atmosférica, se tendrá:

$$pB - pC = h_1\gamma$$

Pero como la presión que actúa en C es la presión atmosférica queda:

$$pB - 1{,}033 \text{ kg/cm}^2 = h_1 \gamma$$
$$pB = 1{,}033 \text{ kg/cm}^2 + h_1 \gamma$$

Esa presión pB es la *presión absoluta* en B.
Los manómetros que son aparatos destinados a medir presiones registran solamente el valor de $h_1 \gamma$, por lo tanto, cuando generalmente se habla de presión de una masa líquida, no se refiere a la presión absoluta, sino a lo que se denomina *presión manométrica.*
Es decir, entonces que la *presión hidrostática o de posición* esta determinada por la diferencia de nivel entre la posición del plano considerado, con respecto a otro que se toma como referencia, multiplicado por el peso específico del líquido.

Ejemplo
Supóngase el tanque de agua de un edificio, que tiene un nivel de 30 m sobre el de la calle, como se indica en la figura 4 III, la presión considerándo que las canillas están cerradas valdrá:

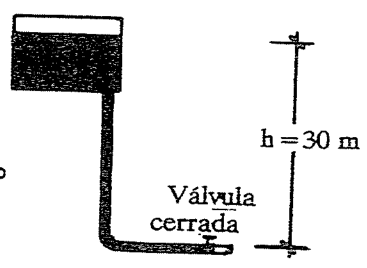
$$p = 30\text{m} \times 1.000 \text{ kg/m}^3 = 30.000 \text{ kg/m}^2 = 30 \text{ m ca}$$

Además, en el caso de fluidos que se desplazan en cañerías o conductos aparecen dos tipos de presiones que se denominan:

* Presión estática.
* Presión dinámica

FIGURA 4 - III Presión de agua de un tanque.

"h" es la distancia vertical desde el punto de consumo hasta la superficie libre del líquido

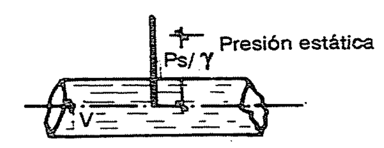


PRESION ESTATICA Y PRESION DINAMICA

Si en una cañería se introduce un tubo de diámetro pequeño, el líquido asciende hasta el nivel h. Si la dirección de circulación es paralela a la sección del tubo en contacto con ella, se está midiendo la *presión estática* (ps), según se detalla en la figura 5 III

$$ps = h.\gamma.$$

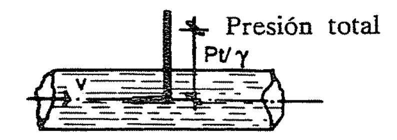
FIGURA 5 - III Lectura de presión estática.



Si la dirección de circulación del fluido es perpendicular a la seccion del tubo, la presión que se mide es la *presión hidrodinámica o presión total del fluido* (pr) tal cual se observa en la figura 6 III.

$$Pt = \frac{\gamma v^2}{2g} + Ps$$

FIGURA 6 - III Lectura de presión total.



Siendo:

v : Velocidad media del fluido (m/seg);
g : Aceleración de la gravedad (m/seg^2);
γ : Peso específico del fluido (kg/m^3).

Al término $\gamma v^2/2g$ se lo llama *presión dinámica* (pd)
Por lo tanto, puede ponerse:

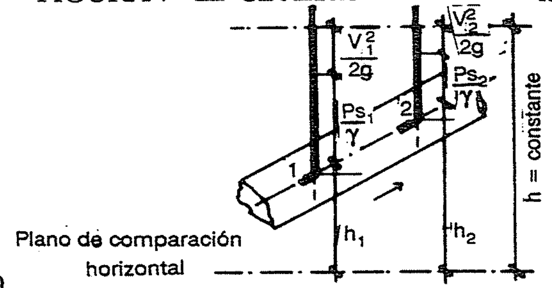
$$pt = pd + ps$$
$$pd = pt - ps$$

Fluidos ideales. Ecuación de Bernoulli

Supóngase un fluido ideal que circula por un conducto, como se indica en la figura 7 III.

Puede definirse *fluido ideal* aquel que toma cualquier forma sin ofrecer ninguna resistencia.

FIGURA 7 - III Circulación de un fluido ideal.



Es decir, que se considera que no existe fricción entre las partículas del mismo, ni tampoco entre el fluido y las paredes del conducto.

Se supone que el fluido se desplaza de la sección correspondiente al punto 1 al punto 2, y que tampoco se realiza trabajo para pasar de un punto a otro.

Puede comprobarse que:

$$\frac{Ps_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{Ps_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_2 = cte.$$

Siendo:

ps_1 : Presión estática en el punto 1;
ps_2 : Presión estática en el punto 2;
v_1 : Velocidad media en el punto 1;
v_2 : Velocidad media en el punto 2;
h_1 y h_2 : Altura de los planos de comparación 1 y 2.

Se verifica en cualquier punto que:

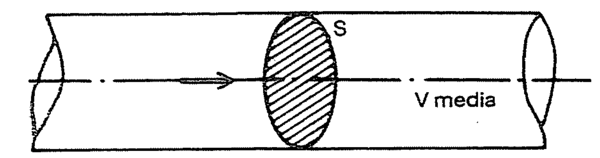
$$\frac{ps}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h = cte.$$

Es decir, que para un fluido ideal que se escurre por un conducto, se comprueba que la suma de presiones medidas en altura son constantes.

GASTO Y CAUDAL

Si se supone un fluido en movimiento dentro de una cañería, como se indica en la figura 8 III, a través de una sección S cualquiera, normal al eje, pasa durante un lapso determinado una cierta cantidad.

FIGURA 8 - III Gasto o caudal en una cañería.



Se denomina *caudal* a la cantidad de fluido que pasa a través de una sección en la unidad de tiempo, medido en volumen.

C: se mide en general (l/h, l/seg, m^3/h, m^3/min).

El caudal que circula es igual a la velocidad media de circulación, por la sección de conducto que atraviesa el fluido:

$$C = S.\,v.$$

Si en vez de medir la cantidad que circula en volumen se lo establece en peso se lo puede definir como *gasto*.

$$G = S.\,v\gamma$$

Siendo:

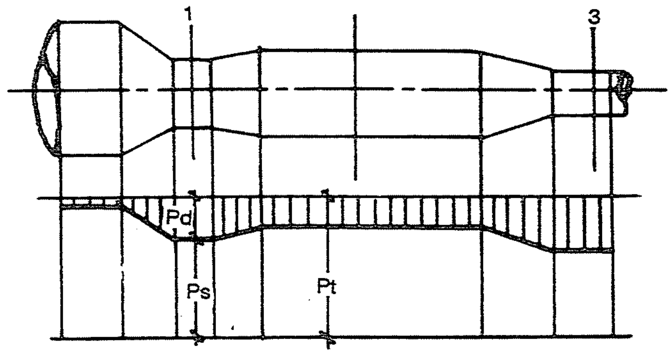
γ: Peso específico del fluido

G: se lo mide en kg/seg, kg/h, g/seg, g/h, etc.

ESCURRIMIENTO DE UN FLUIDO IDEAL

Se supone una canalización de diámetro variable donde circula una cierta cantidad de fluido en la unidad de tiempo. Cuando la sección es menor, para un mismo caudal, la velocidad es mayor. Como la presión dinámica está en función del cuadrado de la velocidad, la misma va en aumento, tal cual se representa en la figura 9 III.

FIGURA 9 - III Caidas de presiones en una canalización



El diagrama representa la ley de variación de la presión estática y dinámica en función de la sección del conducto.

Si se considera los puntos 1, 2 y 3, la ecuación del escurrimiento será:

$$C = S_1 v_1 = S_2 v_2 = S_3 v_3 = \text{cte.}$$

o

$$G = S_1 v_1 \gamma_1 = S_2 v_2 \gamma_2 = S_3 v_3 \gamma_3 = \text{cte.}$$

Fluidos reales. Viscosidad

En la realidad los fluidos al desplazarse ofrecen una cierta resistencia, que son de dos tipos:

* Frotamiento del fluido con las paredes de la canalización
* Frotamiento interno entre las partículas del mismo fluido o viscosidad

Se puede definir *viscosidad* como la resistencia a la circulación del fluido producido por el frotamiento interno de las partículas.

La circulación o el movimiento puede efectuarse mediante dos tipos de regímenes:

* Movimiento laminar
* Movimiento turbulento

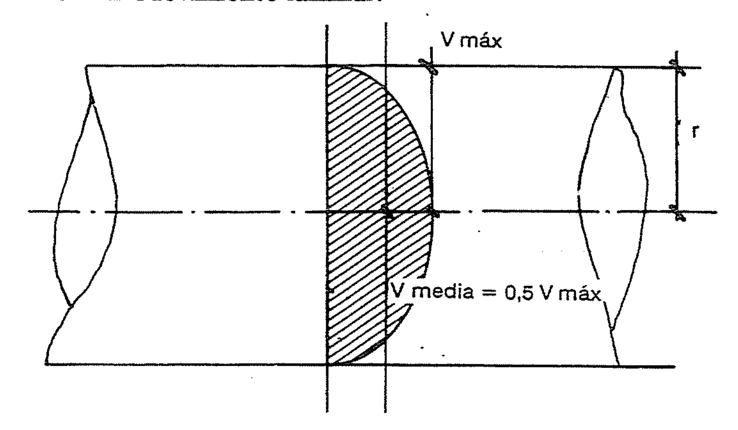
MOVIMIENTO LAMINAR

Si se considera un fluido que circula por un conducto de sección circular de radio r, se llama *régimen de circulación laminar,* cuando las distintas partículas que forman la corriente se desplazan según trayectorias rectilíneas paralelas unas a otras.

Generalmente este tipo de régimen se origina a bajas velocidades de circulación.

La distribución de la velocidad en una sección circular es parabólica y la velocidad media es igual a la mitad de la velocidad máxima que se produce en el eje de la conducción, como se muestra en la figura 10 III.

FIGURA 10 - III Movimiento laminar.



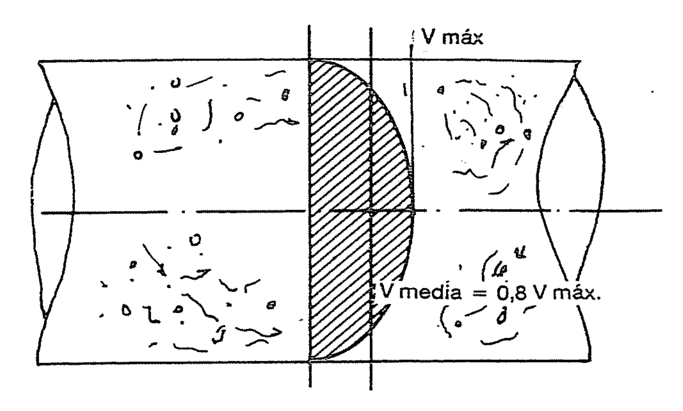
MOVIMIENTO TURBULENTO

Cuando aumenta la velocidad media de circulación del fluido, el desplazamiento se hace desordenado o en *régimen turbulento.*

El estado que se produce es completamente anárquico, las partículas se entrecruzan entre sí durante el movimiento y las trayectorias recorridas son completamente irregulares, variando constantemente con el tiempo.

En el régimen turbulento la curva que expresa la velocidad en función de la distancia al eje de la sección del conducto es mucho más aplastado. La velocidad media en este caso es 0,8 de la velocidad máxima medida en el eje, según se lo indica en la figura 11 III

FIGURA 11 - III Movimiento turbulento.



En las inmediaciones de la pared de la conducción existe una circulación laminar, puesto que la velocidad va decreciendo hasta hacerse nula en contacto con la pared. Se deduce, entonces, que existe un *límite* entre la circulación laminar y la turbulenta, que está en función del número de Reynolds.

NUMERO DE REYNOLDS (Re)

El número de Reynolds determina si el movimiento de la corriente fluida sigue un estado laminar o turbulento.

Se puede decir que el número de Reynolds vale:

$$Re = \frac{v\,d}{\nu},$$

Donde:

Re: Número de Reynolds (sin unidades);
v: Velocidad media de la corriente (m/seg);
d: Diámetro de la conducción (m);
ν: Coeficiente de viscocidad.

Se estima que:

Re: Hasta 2.000 movimiento laminar;
2.000 a 4.000 movimiento inestable de transición entre laminar y turbulento;
Más de 4.000 movimiento turbulento.

En general, para número de Reynolds superiores a 2.300 se puede afirmar que la circulación del fluido es turbulenta. Fijando aproximadamente este número de separación entro los dos estados, se puede calcular para un fluido determinado y para un diámetro de cañerías, la velocidad crítica para la cual la circulación es turbulenta.

Así:

$$v = \frac{2{,}300\,\nu}{d}.$$

PERDIDA DE PRESION POR FROTAMIENTOS

Al mencionar los fluidos reales se decía que en la realidad existen frotamiento que se oponían o dificultaban la circulación.

Estos frotamientos originan una transformación permanente de energía mecánica en calor, provocando una pérdida o caída de presión a lo largo de la canalización.

De esa manera, la ecuación de Bernoulli para un fluido ideal no se cumple para el caso de fluidos reales.

Es decir, entonces, que si no se mantiene constante la presión a lo largo de la canalización, la ecuación de Bernoulli queda expresada:

$$\frac{ps_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{ps_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_2 + \frac{\Delta p}{\gamma}$$

Siendo:

$\Delta p / \gamma$: pérdida de presión por efecto del frotamiento.

Si en un tramo de cañería no varía la velocidad y se considera coincidente con el plano de comparación, h es constante, o sea si $v_1 = v_2 =$ cte y h = cte, queda:

$$ps_1 - ps_2 = \Delta p.$$

De esa forma, en un tramo de una canalización la caída de presión por frotamiento es igual a la diferencia de presiones estáticas al circular el fluido entre dos puntos.

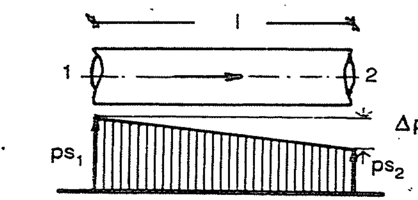
A dicha caída de presión por frotamiento suele denominarse también *pérdida de carga.*

Si se analiza un fluido que circula por un tubo recto, puede considerarse que esa pérdida de carga o presión por frotamiento se produce en forma proporcional a lo largo del mismo, como se representa en la figura 12 III.

Si ps_1 es la presión inicial y ps_2 la final puede decirse que:

$$\frac{ps_1 - ps_2}{l} = \frac{\Delta p}{l} = R$$

FIGURA 12 - III Pérdida de carga en una cañería.



Se denomina a R *gradiente* o pérdida de carga o frotamiento por metro y se mide en mmca/m.

Este rozamiento depende de las características físicas del fluido, de la longitud y diámetro de las cañerías, de la velocidad de circulación y del tipo de canalización.

Así, entonces:

$$R = \lambda \frac{v^2\gamma}{2gd}$$

Siendo:

R: Gradiente o pérdida de carga o de presión por metro por rozamiento en la canalizacion (mmca/m);
v: Velocidad de circulación (m/seg);
g: Aceleración de la gravedad (m/seg²);
d: Diámetro interior de la canalización (m);
γ: Peso específico del fluido (kg/m3);
λ: Coeficiente de frotamiento (sin unidad).

El coeficiente de frotamiento λ depende:

* Re: régimen de circulación, según sea el escurrimiento laminar o turbulento y de la viscosidad.
* De la rugosidad relativa a la canalización.

La *rugosidad relativa* se define como el coeficiente de la rugosidad absoluta de la cañería ε o altura media de las asperezas, dividida por el diámetro de la cañería como se destaca en la figura 13 III.

FIGURA 13 - III Rugosidades

$r = \frac{\varepsilon}{d}$ (rugosidad relativa)

ε (mm)

d (m)

En que:

ε Altura de las asperezas (mm)

En el régimen de circulación laminar el coeficiente de frotamiento λ depende solo del número de Reynolds y puede expresarse por:

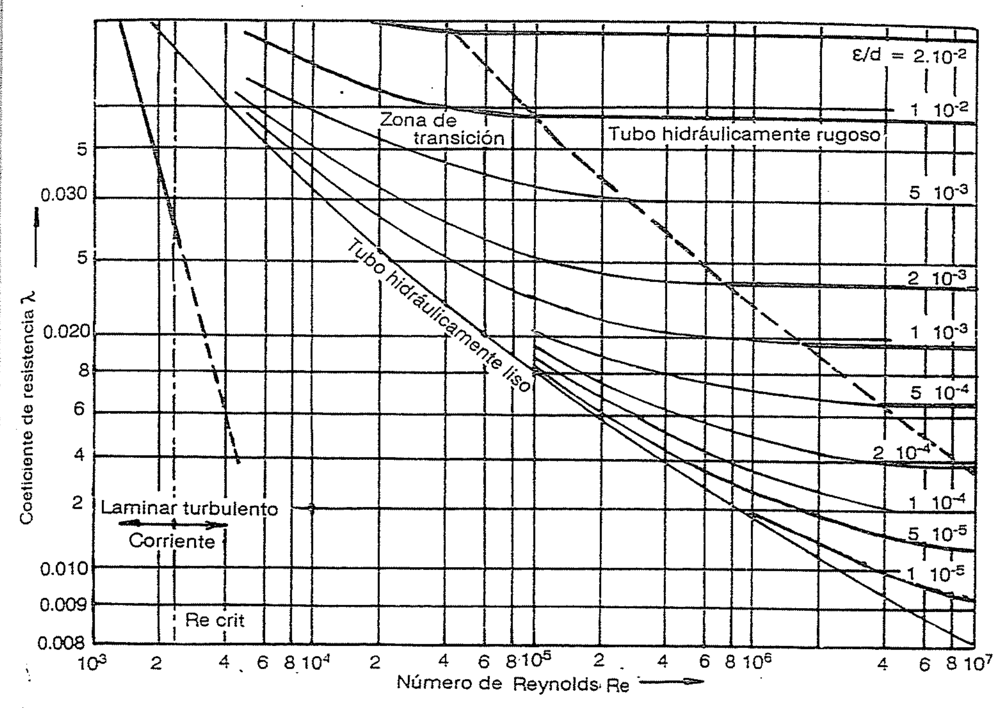
$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Es decir, que no interviene para nada en este caso la rugosidad relativa.
En el régimen de circulación turbulento pueden distinguirse tres límites:

* Para rugosidades pequeñas (ε / d < 10^{-5}) λ solamente depende del número de Reynolds. Se denomina zona de circulación hidráulicamente lisa.
* Pasando el valor de Re > 40.000 y con rugosidades elevadas el coeficiente λ depende de la rugosidad relativa (ε/d), permaneciendo constante, entonces, el coeficiente de resistencia λ aunque varíe Re. En este caso, se llama caño hidraulicamente rugoso.
* Zona de transición entre los dos anteriores en la que λ depende tanto de ε/d como de Re.

En la figura 14 III se representa lo mencionado precedentemente indicándose en el cuadro 1 III los valores de ε para diversos tipos de tubos.

FIGURA 14 - III Coeficiente de resistencia del tubo λ en función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa ε/d



Cuadro 1 III: Rugosidad absoluta ε

Material de tubo	$\varepsilon[10^{-3}$ m]
Tubo de acero	0,045
Tubo de hierro fundido	0,25
Tubo de hormigón	0,3 -3,0

Esto explica lo siguiente:

En corrientes turbulentas existe sobre la pared de la conducción una capa límite cuya circulación se efectúa en régimen laminar. Este espesor de la capa límite disminuye a medida que aumenta el número de Reynolds.

En la conducción hidráulicamente lisa la capa límite laminar cubre totalmente las rugosidades, por los que ella no tiene ninguna influencia sobre la resistencia al pasaje.

En la zona de transición las desigualdades de las paredes de la conducción sobresalen un poco de la capa límite e influyen en la corriente; hasta que en la zona hidráulicamente rugosa tienen estas rugosidades su efecto total.

Ecuación básica para el cálculo de las canalizaciones

Se había establecido que el gradiente R o pérdida de carga por metro de una conducción vale:

$$R = \lambda \frac{v^2 \gamma}{2 g d} \text{ (mmca/m).}$$

La aceleración de la gravedad puede tomarse:

$$g = 9{,}81 \text{ m/seg}^2 \text{ o sea: } 2 g = 19{,}62 \text{ m/seg}^2.$$

Además puede ponerse que:

$$Cs = S.v.,$$

Donde:

Cs: Caudal (m³/seg);
S: Sección interior de la conducción (m²);
v: Velocidad del fluido (m/seg).

Si se considera una sección circular:

$$Cs = \frac{\pi d^2}{4} . v$$

Se puede desarrollar esta ecuación, elevando al cuadrado y despejando v^2:

$$Cs^2 = \frac{\pi^2 d^4}{16} . v^2 \therefore v^2 = \frac{16 Cs^2}{\pi^2 d^4}$$

Reemplazando en la ecuación anterior queda:

$$R = \lambda . \frac{16 Cs^2 \gamma}{19{,}62 \pi^2 d^4 \cdot d}$$

De modo que:

$$R = 8{,}27 . 10^{-2} \lambda \cdot \frac{Cs^2 . \gamma}{d^5}$$

Sobre la base de esta ecuación y según sea el tipo de fluido a transportar, se deducen las fórmulas para la confección de tablas o ábacos para el cálculo de canalizaciones.

Se observa que el caudal está elevado al cuadrado, y si la cantidad de fluido se aumenta en un 20%, la caída de presión por metro o gradiente R se eleva en un 44%.

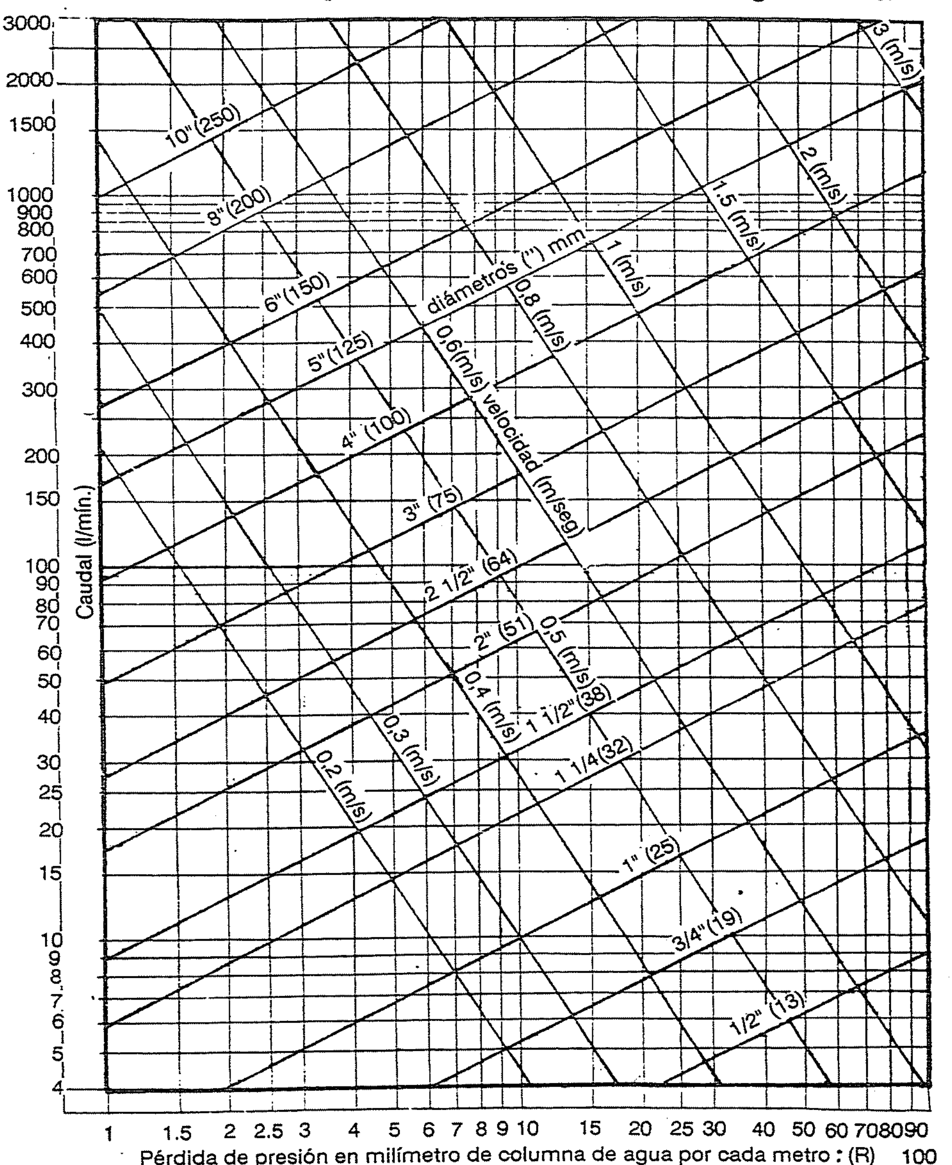
Por otra parte, la influencia del diámetro de la conducción es mucho mayor porque está elevado a la quinta potencia. Por ejemplo si se adopta en vez de un diámetro 0,150 m, otro de 0,125 m, el mismo se reduce en un 17%, pero en cambio el gradiente se eleva un 251%.

Teniendo en cuenta estos conceptos, se han desarrollado diversas ecuaciones en base a valores de λ establecidos experimentalmente, que permiten mediante tablas o

gráficos resolver el cálculo de las cañerías.

El gráfico de la figura 15 III permite calcular el diámetro de la cañería de hierro galvanizado.

FIGURA 15 - III Gráfico para el cálculo de cañería de hierro galvanizado.



Determinación de la presión eficaz o disponible.

Si se tiene un fluido en *movimiento constante* que circula por una conducción, de acuerdo al principio de conservación de la energía, la presión que provoca dicho movimiento debe ser igual a la pérdida que se origina debida a la circulación, por efectos del frotamiento.

O sea debido a dichos frotamientos hay una transformación de energía mecánica en calórica permanentemente.

Además en un circuito abierto también se debe vencer la acción de *la presión hidrostática* o de gravedad que se opone a la circulación.

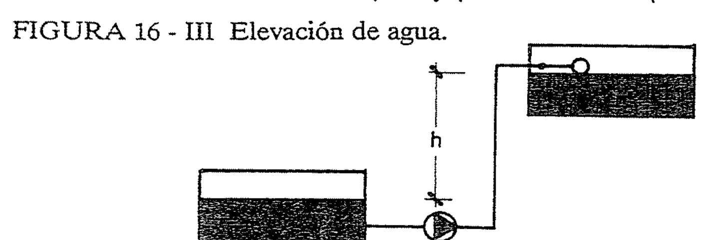
Asi, si se tiene que elevar agua de un tanque a otro, como se observa en la figura 16 III, la presión necesaria a aportar o *presión eficaz* que debe ejercer la bomba vale:

$$H = \Sigma lR + \Sigma Z + h,$$

Donde:

H: Presión eficaz (mmca)
Σ l R: Sumatoria de las pérdidas de presión que se originan en los tramos rectos de la canalización (mmca);
Σ l: Sumatoria de la longitud de la cañería (m);
R: Gradiente o pérdida de presión por metro (mmca/m);
ΣZ: Sumatoria de las pérdidas de presión que se originan en las resistencias individuales, como ser curvas, codos, tes, válvulas, etc. (mmca);
h: Presión hidrostática o altura que hay que elevar el fluido (mmca).

FIGURA 16 - III Elevación de agua.



Rozamiento en las resistencias individuales

Esta pérdida de carga es proporcional a la presión dinámica que se producen en todos los accesorios de las cañerías como ser codos, curvas, tes, válvulas, etc.

Su valor es:

$$\Sigma Z = \Sigma \tau \frac{v^2 \gamma}{2g}$$

siendo

ΣZ: Sumatoria de las pérdidas de carga en las resistencias individuales
v: Velocidad media de circulación (m/seg);
g: Aceleración de la gravedad (m/seg^2);
γ: Peso específico del fluido (kg/m^3);
$\Sigma\tau$: Sumatoria de los coeficiente de frotamiento propio de la resistencia individual (sin unidad).

El coeficiente τ sólo depende de la característica geométrica de la resistencia individual que se trata, siendo prácticamente independiente del número de Reynolds o de la rugosidad relativa.

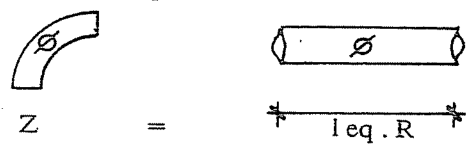
Es decir, entonces, que constituye un coeficiente que depende de la *forma* de la resistencia particular.

Longitud equivalente de cañerías

Hay una forma sencilla para estimar los rozamientos de las resistencias simples, estableciendo una relación entre el frotamiento de cada accesorio con respecto al que tendría un caño del mismo diámetro.

Por ejemplo una curva de 90° tiene una caída de presión equivalente a x metros de caño del mismo diámetro, tal cual se muestra en la figura 17 III.

FIGURA 17 - III Longitud equivalente de cañería.



De esa forma se equipara la pérdida de carga en una resistencia individual, con la que se produce en una longitud de tramo recto de la canalización del mismo diámetro, circulando iguales caudales de fluidos.

O sea igualando ambas ecuaciones queda:

$$Z = R \cdot l\,eq.$$

$$\tau \frac{v^2}{2g} \gamma = \lambda \frac{v^2 \gamma}{2g} \cdot \frac{l\,(eq)}{d} \therefore \frac{l\,(eq)}{d} = \frac{\tau}{\lambda}$$

$$l\,(eq) = \frac{\tau}{\lambda}\, d \quad (m)$$

De la fórmula se desprende que la longitud equivalente depende de τ y λ. Pero mientras τ depende de la característica geométrica del accesorio o resistencia simple, λ es función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa.

De esa manera, la longitud equivalente va a ser variable con λ., no siendo un valor fijo.

Sin embargo como dicha variación no es muy grande, en la práctica se suele trabajar con los valores de longitud equivalente, que le da sencillez a los procedimientos de cálculo.

O sea como:

$$H = \Sigma l R + \Sigma Z + h,$$

Reemplazando ΣZ:

$$\Sigma Z = \Sigma \, l \, eq \, . \, R$$

De esta forma la presión disponible vale:

$$H = \Sigma \, l \, R + \Sigma \, l \, eq \, .R$$

O sea que la fórmula fundamental de equilibrio queda representada por la ecuación:

$$H = \Sigma \, (l + l \, eq) \, R + h$$

Los valores de longitud equivalente pueden establecerse del cuadro 2 III.

CUADRO 2 - III Longitud equivalente de cañerías (m).

Tipo	(mm)	13	19	25	32	38	51	64	75	100	125	150	200
	('')	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8
Codo a 90°		0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,3	3,0	4,0	5,0	7,7
Curva a 90°		0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Curva a 45°		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,4	3,0	4,0
Cupla de reducción		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	2,1	3,3	4,6	6,1
Válvula de retención		1,8	2,4	3,6	4,2	4,8	6,1	7,6	9,1	12,2	18,3	24,4	30,5
Válvula globo		5,4	6,6	8,7	11,4	12,6	16,5	20,7	25,2	36,8	52,0	67,1	85,4
Válvula esclusa		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,4	2,1	2,7	3,6
T (paso recto)		0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,7	4,2	5,4	7,0
T (paso lateral)		0,9	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	3,6	4,6	6,4	9,1	10,7	15,2

PLANTEO GENERAL DEL CALCULO DE CAÑERIAS

A fin de facilitar los cálculos, se han establecido normas y métodos prácticos para la determinación de los diámetros de las cañerías.

Se ha confeccionado una tabla, indicada en el año 3 III en base a mediciones reales que establece los caudales circulantes por las cañerías en función de la presión disponible y el diámetro de las mismas.

Se pueden analizar los cálculos en virtud de la aplicación que está destinada la cañería, de acuerdo a los siguientes casos:

* Cálculo de cañerías en distribución directa.
* Cálculo de cañerías desde el tanque de bombeo hasta el tanque de reserva.
* Cálculo de las cañerías de bajada del tanque de reserva.

Cálculo de cañerías en los casos de distribución directa

Para el cálculo de las cañerías se utiliza la tabla cuadro 3 III que como se había mencionado surge de valores experimentales:

CUADRO 3 III Caudal de agua en l/seg. para cañerías

Presión de m. disponible	Diámetro 0,013m.	0,019m.	0,025m.	0,032m.	0,038m.	0,050m.	0,064 m.	0,075m.
4	0,24	0,52	1,06	1,80	2,84	5,08	7,85	10,39
5	0,28	0,60	1,18	2,02	3,19	5,70	8,81	11,65
6	0,33	0,66	1,30	2,22	3,51	6,26	9,68	12,81
7	0,35	0,72	1,41	2,40	3,79	6,77	10,46	13,85
8	0,37	0,75	1,48	2,53	4,00	7,13	11,03	14,60
9	0,40	0,78	1,56	2,67	4,22	7,46	11,64	15,41
10	0,42	0,81	1,63	2,79	4,41	7,87	12,15	16,10
11	0,44	0,84	1,69	2,91	4,60	8,21	12,69	16,79
12	0,46	0,87	1,75	3,03	4,79	8,54	13,21	17,48
13	0,48	0,90	1,81	3,15	4,98	8,88	13,73	18,17
14	0,49	0,93	1,87	3,24	5,12	9,14	14,13	18,69
15	0,51	0,96	1,92	3,32	5,25	9,36	14,47	19,16
16	0,52	0,99	1,97	3,40	5,37	9,59	14,82	19,62
17	0,54	1,02	2,02	3,49	5,51	9,84	15,22	20,14
18	0,55	1,05	2,08	3,57	5,64	10,07	15,56	20,60
19	0,57	1,08	2,13	3,65	5,77	10,29	15,91	21,06
20	0,58	1,11	2,18	3,73	5,89	10,52	16,26	21,52
21	0,60	1,14	2,23	3,82	6,04	10,77	16,65	22,04
22	0,61	1,17	2,29	3,90	6,16	11,00	17,00	22,50
23	0,62	1,19	2,33	3,97	6,27	11,19	17,31	22,91
24	0,63	1,21	2,38	4,05	6,40	11,42	17,66	23,37
25	0,64	1,22	2,42	4,12	6,51	11,62	17,96	23,77
26	0,65	1,24	2,47	4,20	6,64	11,84	18,31	24,23
27	0,67	1,26	2,51	4,27	6,75	12,04	18,62	24,64
28	0,68	1,28	2,55	4,35	6,87	12,27	18,97	25,10
29	0,69	1,30	2,59	4,42	6,98	12,46	19,27	25,50
30	0,70	1,32	2,62	4,50	7,11	12,69	19,62	25,96
31	0,71	1,34	2,66	4,57	7,22	12,89	19,92	26,37
32	0,72	1,36	2,70	4,65	7,35	13,11	20,27	26,83
33	0,73	1,37	2,74	4,72	7,46	13,31	20,58	27,23
34	0,74	1,39	2,77	4,80	7,58	13,54	20,93	27,70
35	0,76	1,41	2,81	4,87	7,69	13,73	21,23	28,10

El diseño debe permitir que se asegure el caudal suficiente de agua para el consumo domiciliario.

Para estimar ese caudal, debe establecerse el número de artefactos que normalmente se utilizan simultaneamente y el consumo de cada artefacto.

Este problema no es fácil de resolver, debido a la variedad de artefactos sanitarios y la dependencia de su uso con las necesidades y costumbres particulares de cada individuo.

En efecto, las condiciones de funcionamiento varían de un caso a otro. Además si hay pocos artefactos en uso, puede ocurrir con relativa facilidad que funcionen todos a un mismo tiempo, pero si hay muchos, es probable que simultáneamente se use un pequeño porcentaje.

Se establecen normas para estimar dicho caudal en base a datos dados por la experiencia. Así, en casas comunes de departamentos o unifamiliares se calcula dicho caudal como el equivalente de *una canilla y media abierta.*

Como el consumo de una canilla es de aproximadamente 0,13 l / seg. se considera entonces por cada departamento o vivienda unifamiliar un consumo de 0,20 l/seg.

En caso de escritorios, negocios, fábricas, etc. el caudal se estima en base al funcionamiento simultáneo de la mitad de los artefactos surtidos.

O sea el caudal C vale:

$$C = \frac{\text{N° de artefactos}}{2} \times 0{,}13 \text{ l/seg.} \quad (\text{l/seg.})$$

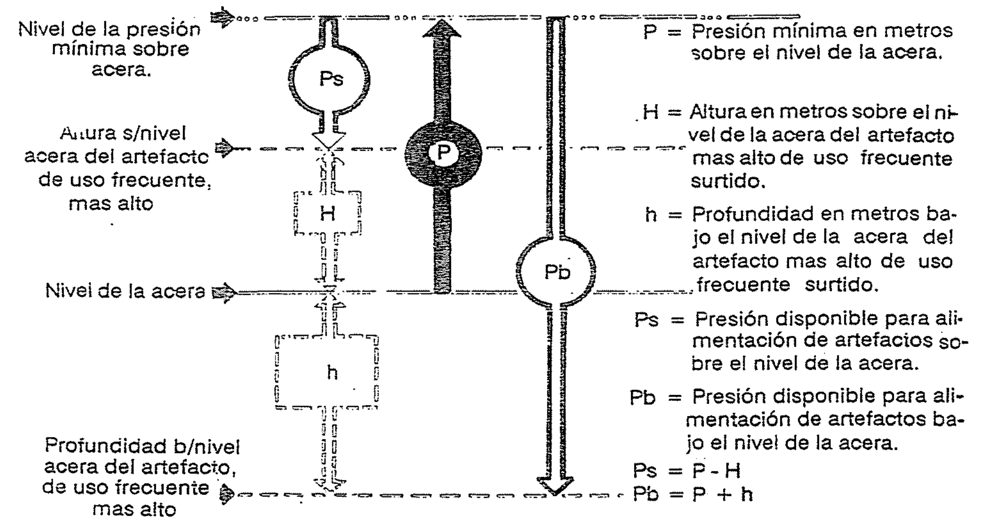
Al respecto, se considera a cada baño o toilette como un solo artefacto, así como cada depósito automático de mingitorio.

Cuando la conexión para la distribución de agua no se hace en forma directa, sino por medio de tanque de reserva, debe ser de un diámetro que permita llenar el tanque entre un mínimo de 1 hora y un máximo de 4 horas.

Generalmente para una casa en planta baja y con un número normal de artefactos, es suficiente una conexión de 0,013 m, que es el diámetro mínimo establecido.

Para utilizar la tabla del cuadro 3 III es necesario disponer del dato de la *presión mínima en la acera*, que suministra la Compañía Distribuidora. En el gráfico de la figura 18 III, se indica como se calcula la presión disponible.

FIGURA 18 - III Cálculo de la presión disponible.

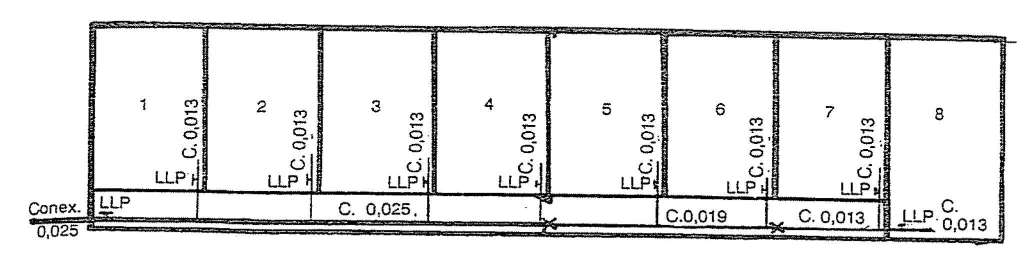


Como artefacto de uso frecuente no debe considerarse, canilla de servicio o artefacto de uso poco común en azotea.

EJEMPLO

Supóngase calcular las conexiones de agua directa de una casa de departamentos en planta baja, constituida por 8 unidades, según se indican en la figura 19 III

FIGURA 19 - III Cálculo de conexiones directas en una casa de departamentos.



Si la presión mínima en la acera es de 17 metros, la presión disponible se calcula de la siguiente manera:

Presión mínima sobre la acera	17,00m
Artefacto más alto y alejado surtido a 2,50 m. sobre la acera	- 3,00m *
Presión disponible	14,00m

* Tratándose de artefactos sobre la acera la diferencia de altura se redondea por exceso; cuando se hallan bajo vereda, por defecto.

Con la tabla del cuadro 3 III entonces, para una conexión disponible de 14 m. y un caudal de 0,20 x 8 = 1,60 l/seg. se obtiene siempre dimensionado en exceso, un diámetro de 0,025m.

Con la misma tabla y de la manera indicada precedentemente se determinan los diámetros de las distintas conexiones en virtud de la cantidad de unidades a conectar.

El resumen de dichos cálculos es el siguiente:

0,20 x 8 = 1,60 0,20 x 7 = 1,40 0,20 x 6 = 1,20 0,20 x 5 = 1,00	Conexión A.C. Cañería	0,025 m. 0,025 m.
0,20 x 4 = 0,80 0,20 x 3 = 0,60	Cañería	0,019 m.
0,20 x 2 = 0,40 0,20 x 1 = 0,20	Cañería	0,013 m.

Cálculo de cañerías desde el tanque de bombeo al tanque de reserva

El cálculo comprende:

* Determinación de la bomba de impulsión
* Cálculo de la cañería de impulsión

DETERMINACION DE LA BOMBA DE IMPULSION

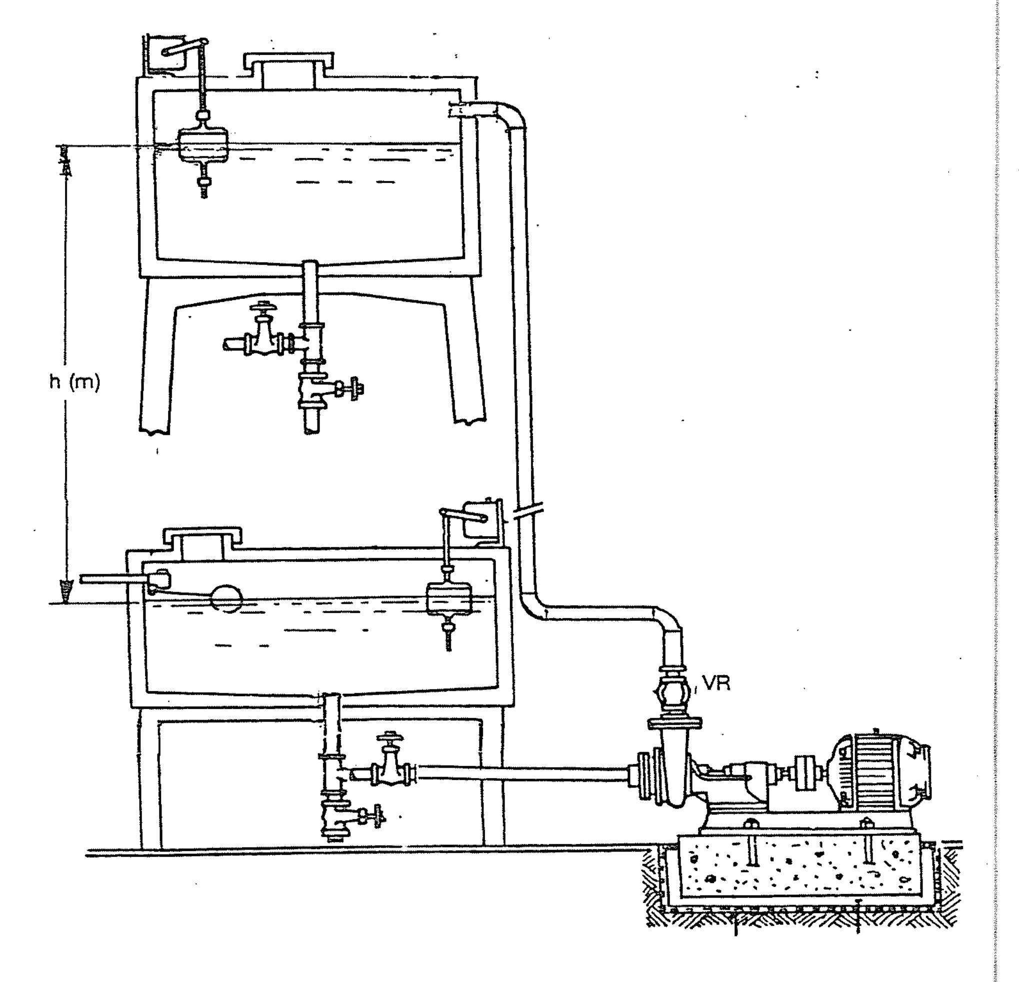
Las bombas generalmente utilizadas son del *tipo centrífugo*, accionadas con motor eléctrico.

Los datos necesarios que permiten definir la característica de una bomba son:

* Caudal de agua a bombear: C (l/h)
* Presión eficaz: H (m,ca)

Supóngase el equipo de bombeo indicado en la figura 20 III.

FIGURA 20 - III Cálculo de equipo de bombeo.



El *caudal* a impulsar está dado por la relación entre el volumen del tanque de reserva y el llenado que se estima de 1 a 4 horas.

La *presión eficaz* , se determina con la ecuación vista precedentemente:

$$H = \Sigma (l + leq) R + h$$

Para resolver esta ecuación debe conocerse el diámetro de la cañería, lo que permite definir la caida de la presión por metro o gradiente R y la longitud equivalente por resistencias individuales.

La diferencia entre los niveles de agua de los tanques h en metros, se muestra en la figura 20 III.

CALCULO DE LA CAÑERIA DE IMPULSION

El *diámetro mínimo a adoptar* es igual al diámetro de conexión, cuyo cálculo se había explicado para el caso de servicio directo.

En efecto, el diámetro de conexión está en función del valor de la presión de nivel piezométrico dado y el caudal a circular.

En general el diámetro que se adopta es algo mayor pudiendo determinarse, fijando una velocidad de descarga de la bomba de 0,5 a 1 m/seg. y en función del caudal a circular, con la aplicación del gráfico de la figura 15 III.

En general estas velocidades son las más convenientes ya que la misma no origina ruidos ni erosión en las cañerías.

Por los motivos expuestos la velocidad máxima no conviene que sobrepase los 2 m/seg.

De esa manera, diseñado el diámetro, se establece en el gráfico de la figura 15 III el gradiente R en mmca/m.

Por otra parte con la tabla indicada en el cuadro 2 III en función de las resistencias individuales por accesorios y el diámetro, se determina la longitud equivalente de cañería en metros.

Con dichos datos se calcula la presión eficaz de la bomba, mediante la ecuación señalada anteriormente.

EJEMPLO

Supóngase calcular la cañería de impulsión y la característica de la bomba de acuerdo al detalle de la figura 20 III.

Se considera que el tanque de reserva tiene una capacidad de 18000 litros.

El tanque de bombeo se supone con una capacidad de 1/3 del volumen del tanque de reserva.

O sea: 6.000 litros.

Caudal que se debe dar a la conexión:

Se supone completar el volumen del tanque de bombeo en 1 hora o sea 6.000 l/h, lo que equivale a 1,67 l/seg.

Diámetro de la conexión:

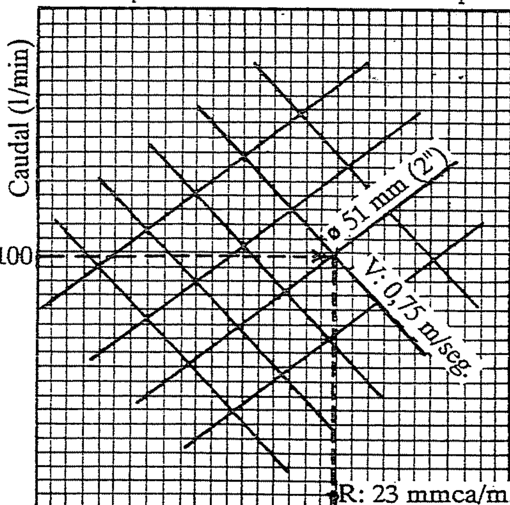
La presión disponible se supone de 10 metros.

La tabla del cuadro 3 III para 10 metros y 1,67 l/seg. da: 0,032 m.

Cañería de impulsión:

Como mínimo debe ser 0,032 m. que es el diámetro de la conexión. Se fija el caudal de la conexión de 6000 l/h, lo que implica llenar el tanque de reserva en 3 horas.

FIGURA 21 - III Esquema de cálculo cañería impulsión.



Gradiente R (mmca/m)

Aplicando el gráfico para cálculo de cañerías de la figura 15 III en función del caudal transportado C = 6000 l/h o 100 l/min y fijando una velocidad de 0,75 m/seg. de circulación de acuerdo a lo indicado precedentemente, el diámetro es de 51 mm.

En el esquema de la figura 21 III se indica el procedimiento de selección.

Así el gradiente vale: R = 23 mmca/m.

Presión eficaz de la bomba

La presión eficaz de la bomba se establece con la fórmula:

$H = \Sigma (l + l\,eq)\, R + h$

Así entonces:

Altura geométrica h: .... 18,00 mca.
Longitud recta de cañería $\Sigma l = 20$ m
Longitud equivalente(ver tabla del cuadro 2 III para 51 mm)
Te paso lateral.......... 3,0 m.
3 curvas 90 x 1.......... 3,0 m.
1 válvula esclusa.......... 0,7 m.
1 válvula de retención.......... 6,1 m.
Σ leq.......... 12,8 m.
O sea:
Σ (l + l eq.)R = (20 + 12,8) x 23 = 754,4 mmca.......... 0,75 mca.
Presión eficaz de la bomba .... 18,75 mca.

Se adopta una bomba de 6000 l/h y 19 mca.

Cálculo de cañerías de bajada del tanque de reserva

La cañería de bajada del tanque de reserva debe tener una sección suficiente como para asegurar el caudal normal a todos los artefactos que debe surtir.

En correspondencia con la salida del tanque de reserva o del caño colector, tiene el mayor diámetro requerido, el que va disminuyendo a medida que se acerca a la planta baja.

Sobre la cañería de bajada se empalman los ramales de cada piso y la suma de caudales que requieren los mismos, determinan la sección.

El caudal de cada ramal depende del número y característica de los artefactos que sirve.

Para simplificar el cálculo, se establecen secciones de cañerías en cm2 necesarias para la alimentación de diversos conjuntos de artefactos. Estos valores surgen de numerosas comprobaciones realizadas en edificios existentes, cuyo servicio de agua se realiza eficazmente.

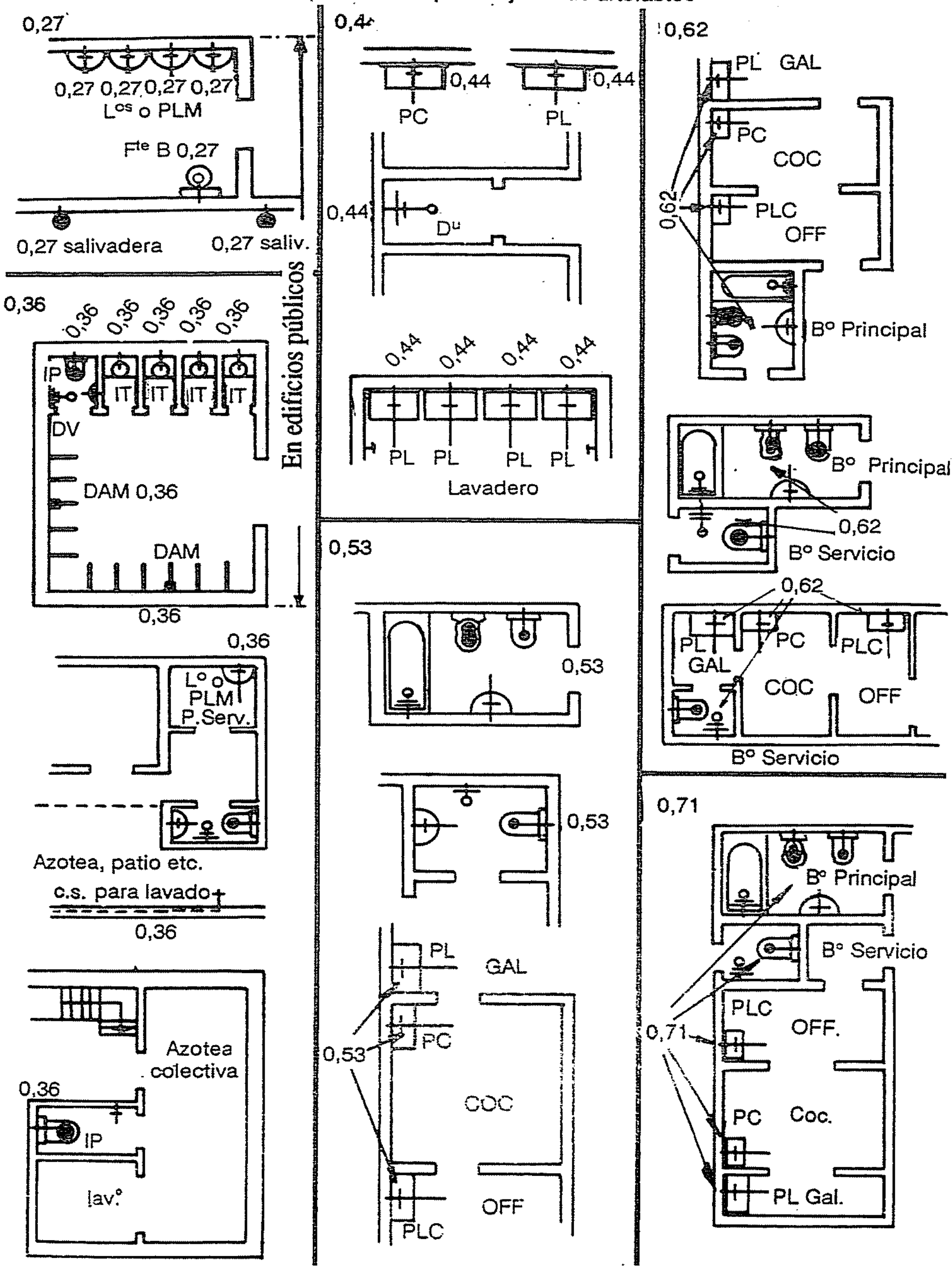
Para la aplicación de esta tabla indicada en el cuadro 4 III que establece los cm2 de cañerías por grupo de artefactos, para cañerías de bajada de tanque y de distribución de agua caliente, es necesario determinar la característica de los baños principales, ó de servicio, según se indica en los esquemas que se muestran en la figura 22 III.

CUADRO 4 - III Bajada de tanques a artefactos y cañerías de distribución de agua caliente.

Bajada de tanque.	Seccion (cm^2)	Cañería de distribución de agua caliente.
———— . ————	0,18	(*) Cada L° o P.L.M. (fuera de recinto de I) en edificios públicos
(*) Cada L° ó P.L.M.(fuera de recinto de I) F^{te} Beber ó salv. en edificios públicos	0,27	(*) Cada W.C. ó toil. en edificios públicos.
(*) Cada W.C. o toil o D.A.M. en edificios públicos. Una C S o un artefacto de uso probablemente poco frecuente	0,36	Un solo artefacto
Un solo artefacto	0,44	B° princ. ó de serv.o bien P.C.,P.L. y P.L.C.
Bo princ. o de serv. o bien P.C. P.L., P.L.C.	0,53.	B° princ.o de serv. y PC. PL. PLC. o bien B° princ. y B° de servicio.
B° princ. o de serv. y P.C., P.L. y P.L.C. o bien B° princ. y B° de servicio	0,62	Un departamento completo (B° princ.B° de serv.P.C.,P.L.,P.L.C.
Un departamento completo (B° princ. B° de serv. P.C., P.L. y P.L.C.)	0,71	———— . ————

Los valores indicados en esta tabla sirven de base para el cálculo de las distintas combinaciones de servicios que pudieran presentarse.

FIGURA 22 - III Representación gráfica de valores básicos.
cm² de cañerías por conjunto de artefactos



Los valores indicados en la figura 22 III sirven de base para el cálculo de las distintas combinaciones que pueden presentarse.

Los diámetros de las cañerías correspondientes a las diversas secciones están también tabulados de modo que resulta fácil obtener el diámetro de la cañería en función de la sección.

CUADRO 5 - III Caños de hierro galvanizado

Diam. (m)	Sección (cm²)	Sección límites (cm²) bajada	Sección límites (cm²) colector
0,009	0,71	0,90	
0,013	1,27	1,80	1,66
0,019	2,85	3,59	3,41
0,025	5,07	6,02	5,78
0,032	7,92	9,08	8,79
0,038	11,40	14,36	13,62
0,050	20,27	24,07	23,12
0,060	31,67	36,31	35,15
0,075	45,60	57,42	54,47
0,100	81,07	97,27	92,47
0,125	126,68	145,26	140,62
0,150	182,42	204,38	198,89

En las tablas que se indican en los cuadros 5 III y 6 III se establece el diámetro de la cañería en función de la sección en cm², ¡para hierro galvanizado y bronce respectivamente.

Se establecen también las *secciones límites* para el diseño de la bajada o el colector, para cada diámetro de cañería.

Como en general el número de artefactos a surtir en cada piso es el mismo, dado que se trata de plantas tipo, se tiene igual sección de cañerías por piso, se han tabulado en el cuadro 7 III las secciones correspondientes a un número determinado de unidades, con lo que se obtiene en forma sencilla el valor del diámetro de la bajada.

CUADRO 6 - III Caños de bronce "Famieca"

Diám. nominales (mm)		9	13	19	25	32	38	50	60	75	100
Diám. interiores (mm)		13	16,30	21,40	27,50	35,50	41,20	52,60	63,50	76,20	101,60
Sección (cm²)		1,33	2,08	3,59	5,94	9,89	13,32	21,72	31,67	45,60	81,07
Secc. Límites (cm²)	Bajada	1,58	2,58	4,37	7,25	11,03	16,12	25,03	36,31	57,42	96,27
	Colector	1,52	2,46	4,18	6,93	10,72	15,42	24,21	35,15	54,47	92,47

CUADRO 7 - III Tabulación de secciones de bajada

Diámetro (m)	Cantidad	Sección de bajada (cm²) 0,18	0,27	0,36	0,44	0,53	0,62	0,71	Diámetro (m)
	1	0,18	0,27	0,36	0,44	0,53	0,62	0,71	0,013
	2	0,36	0,54	0,72	0,88	1,06	1,24	1,42	
	3	0,54	0,81	1,08	1,32	1,59	1,86	2,13	
	4	0,72	1,08	1,44	1,76	2,12	2,48	2,84	0,019
0,013	5	0,90	1,35	1,80	2,20	2,65	3,10	3,55	
	6	1,08	1,62	2,16	2,64	3,18	3,72	4,26	
	7	1,26	1,89	2,52	3,08	3,71	4,34	4,97	0,025
	8	1,44	2,16	2,88	3,52	4,24	4,96	5,68	
	9	1,62	2,43	3,24	3,96	4,77	5,58	6,39	
	10	1,80	2,70	3,60	4,40	5,30	6,20	7,10	
	11	1,98	2,97	3,96	4,84	5,83	6,82	7,81	0,032
	12	2,16	3,24	4,32	5,28	6,36	7,44	8,52	
	13	2,34	3,51	4,68	5,72	6,89	8,06	9,23	
	14	2,52	3,78	5,04	6,16	7,42	8,68	9,94	
0,019	15	2,70	4,05	5,40	6,60	7,95	9,30	10,65	
	16	2,88	4,32	5,76	7,04	8,48	9,92	11,36	
	17	3,06	4,59	6,12	7,48	9,01	10,54	12,07	0,038
	18	3,24	4,86	5,48	7,92	9,54	11,16	12,78	
	19	3,42	5,13	6,84	8,36	10,07	11,78	13,49	
0,025	20	3,60	5.40	7,20	8,80	10,60	12,40	14,20	

Cuando para la descarga de agua de inodoros se utilizan válvulas de limpieza, la misma se toma desde un ramal directo desde el caño de bajada.

De esta manera debe tenerse en cuenta el caudal necesario disponible en la cañería para cada válvula.

Por tal motivo en esos casos se han calculado las distintas combinaciones de artefactos, conjuntamente con las válvulas de limpieza en la tabla del cuadro 8 III.

El diámetro de la cañería que alimenta a las válvulas es de 0,025 m. correspondiéndole una sección de 5,07 cm^2 y se ha estimado el uso simultáneo de una válvula por cada cuatro instaladas, de modo que la sección necesaria vale:

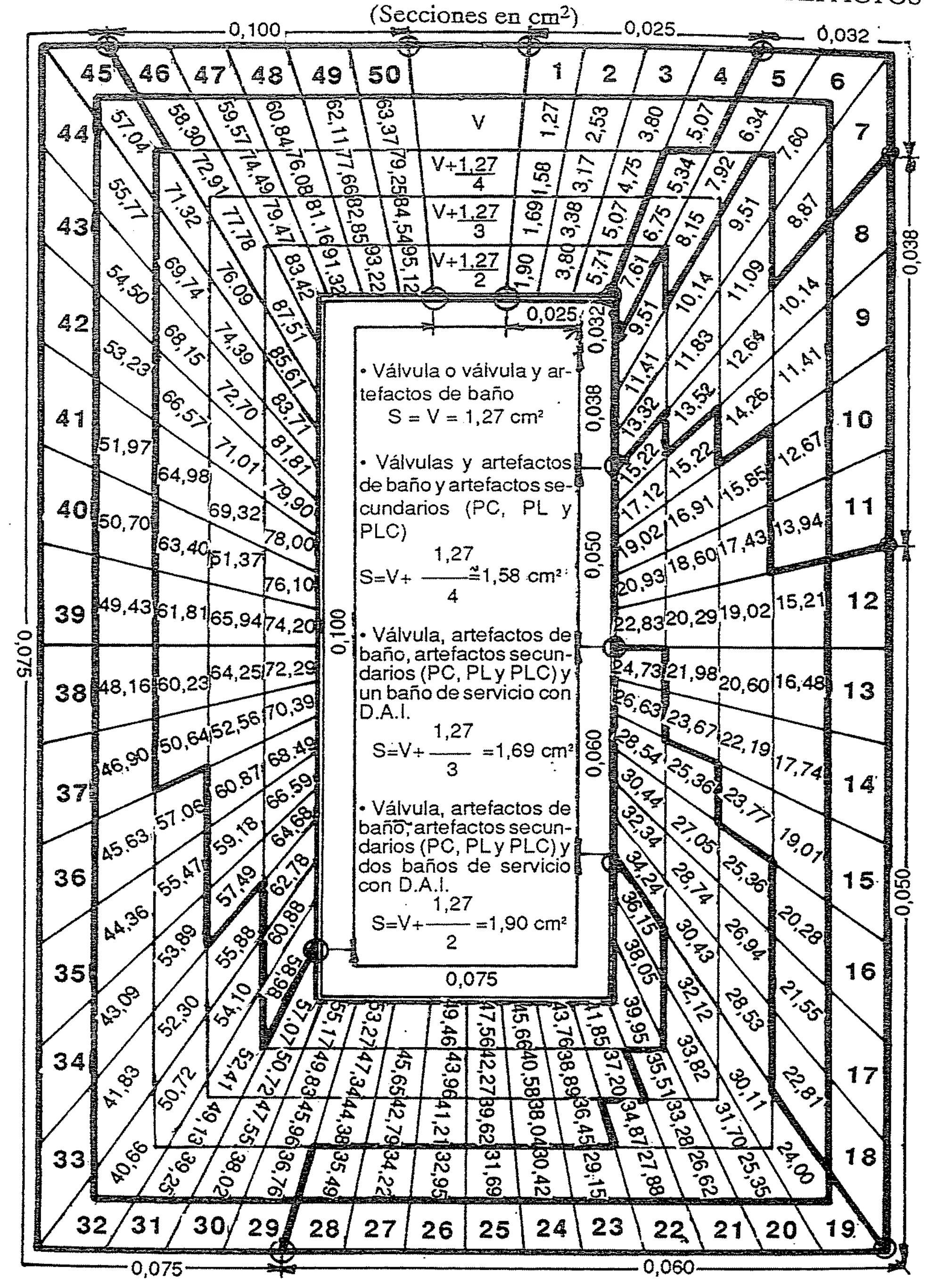
5,07/4 = 1,27 cm^2 por cada válvula.

CAÑO COLECTOR

El caño colector como su nombre lo indica está destinado a recolectar el agua, instalándose a la salida de los tanques, con objeto de derivar desde el mismo las distintas cañerías de bajada.

El caño colector se lo construye de hierro galvanizado, cobre, bronce o latón y debe tener una sección suficiente como para surtir de agua a las distintas cañerías.

CUADRO 8 - III BAJADA DE TANQUE A VALVULAS Y ARTEFACTOS
(Secciones en cm^2)



Se establece que el diámetro del colector se calcule de la siguiente manera:

*Para 2 bajadas: es la suma de las secciones de las cañerías de las bajadas.
*Para 3 o más bajadas: es la suma de la sección de cañería de bajada mayor, más el 50% de la suma de las secciones de bajada de las restantes cañerías.

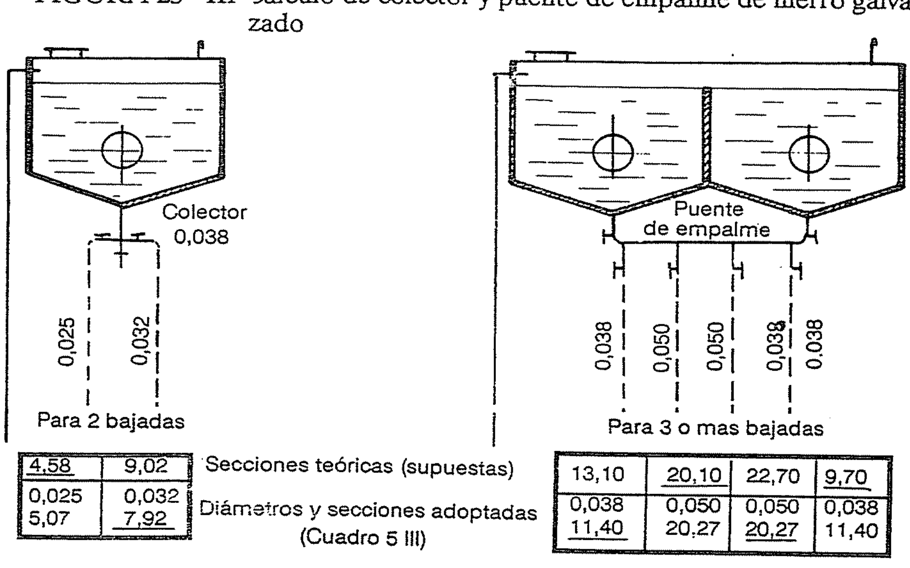
Cuando la alimentación se realiza por medio de un tanque de más de 4000 litros, dividido en dos secciones, el caño colector actua al mismo tiempo como cañería de vinculación, y se denomina *puente de empalme*.

Para el cálculo de los diámetros de colectores o puentes de empalme, se toman siempre las secciones menores que resulten entre las teóricas y las adoptadas, de todas las bajadas respectivas, según cuadros 5 o 6 III.

De ese modo, para poder calcular el colector es necesario conocer previamente los diámetros de las cañerías de bajada.

En la figura 23 III se indica un ejemplo de cálculo de colector y puente de empalme.

FIGURA 23 - III Cálculo de colector y puente de empalme de hierro galvanizado



$4,58 + 7,92 = 12,50 cm^2$

corresponde colector de 0,038

(Cuadro 5 III)

$20,27 + \frac{11,40 + 20,10 + 9,70}{2} = 40,87 cm^2$

corresponde puente de empalme de 0,075

(Cuadro 5 III)

Cálculo de ruptor de vacío

Los diámetros de los ruptores de vacío, deben estar comprendidos entre 0,009m. como mínimo y 0,050 m. como máximo, pudiéndose determinar en base a la altura de las bajadas, según la planilla que se indica en el cuadro 9 III.

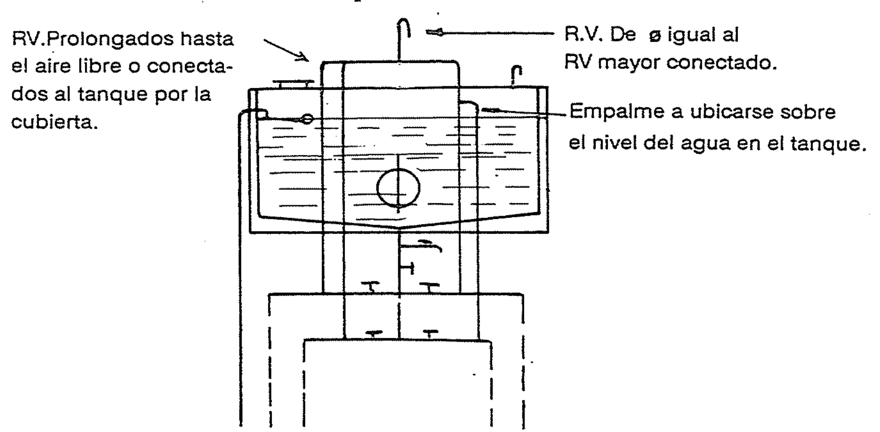
CUADRO 9 - III Diámetros de ruptores de vacío

* Bajadas menores de 15 metros: 3 rangos menores que el diámetro de la bajada
* Bajadas entre 15 y 45 metros: 2 rangos menores que el diámetro de la bajada
* Bajadas mayores de 45 metros: 1 rango menor que el diámetro de la bajada

Se admite conectar dos o más ruptores de vacío por arriba del nivel de agua del tanque, estableciéndose que el diámetro resultante es igual al diámetro del ruptor de vacío mayor conectado, según se indica en la figura 24 III

El extremo terminal debe reunir las mismas condiciones del caño que ventila al tanque, pudiéndose conectar optativamente por la cubierta.

FIGURA 24 - III Diámetro del ruptores de vacío conectados



EJEMPLO DE CALCULO DE DIAMETRO DE BAJADA DE TANQUE, PUENTE DE EMPALME Y RUPTOR DE VACIO

En la figura 25 III, se indica un ejemplo donde se efectúa el cálculo de los diámetros de bajada de tanque, puente de empalme y ruptores de vacío, de acuerdo a los conceptos indicados precedentemente, para caños de hierro galvanizado.

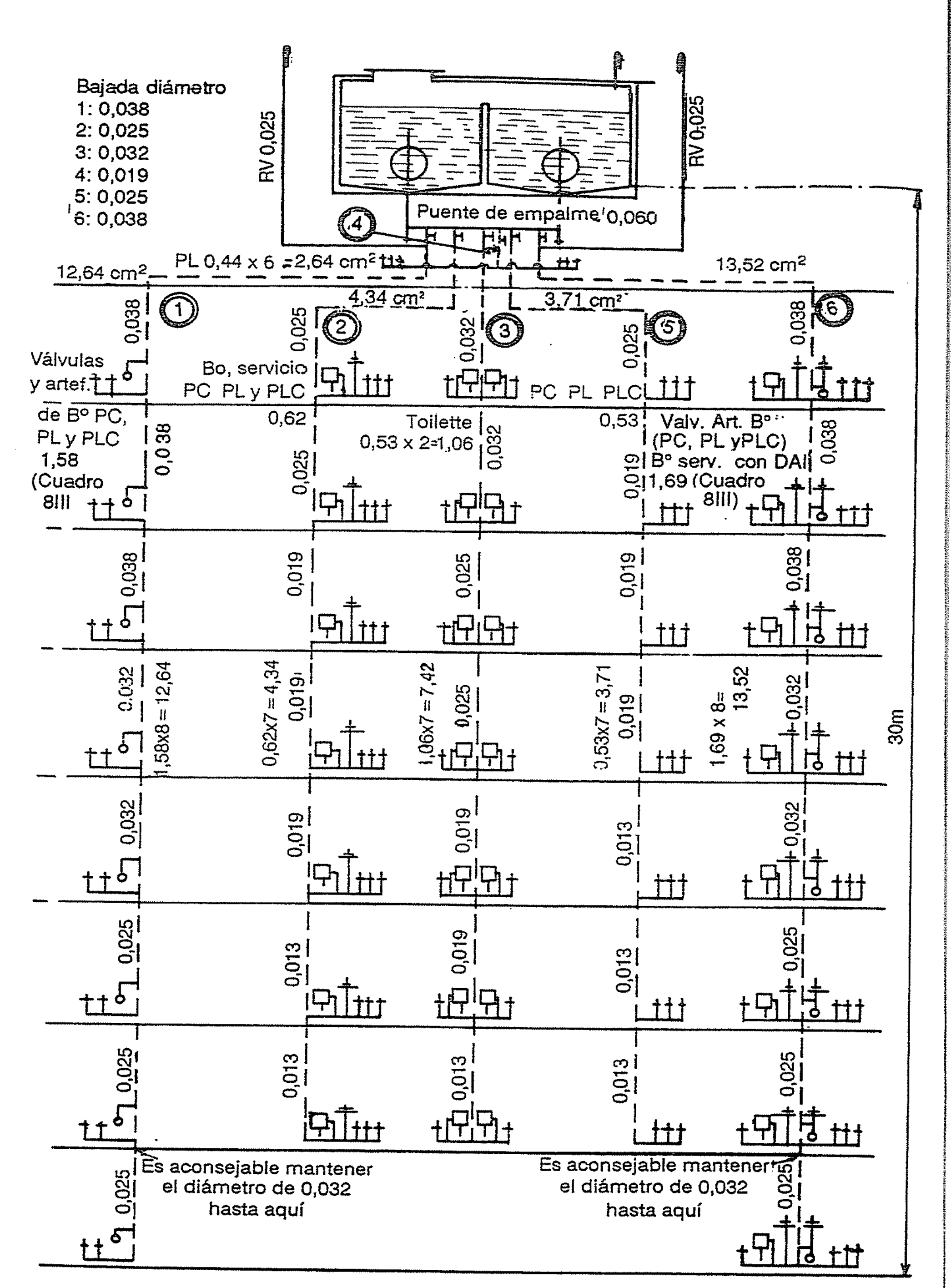
FIGURA 25 - III Ejemplo de cálculo de diámetros de bajada de tanque, puente de empalme y ruptores de vacío.

Bajada	Sección teórica	Sección adoptada
1	12,64	<u>11,40</u>
2	<u>4,34</u>	5,07
3	<u>7,42</u>	7,92
4	<u>2,64</u>	2,85
5	<u>3,71</u>	5,07
6	13,52	<u>11,40</u>

La secciones subrayadas son las que deben tenerse en cuenta para el cálculo del puente de empalme (siempre la menor entre la teórica y la adoptada).

$11.40 + \frac{11.40 + 4,34 + 7,42 + 2,64 + 3,71}{2} = 26|16 cm^2$

Cañería de 0,060 según tabla (cuadro 5 III)



CAPITULO IV

PROVISION DE AGUA CALIENTE

SISTEMAS Y EQUIPOS PARA GENERACION DE AGUA CALIENTE

A pesar de no ser obligatorio el avance continuo de la técnica y el nivel de confort alcanzado, hacen que estas instalaciones *sean en la actualidad una necesidad en toda vivienda moderna.*

Podemos distinguir dos tipos de instalaciones:

* Instalaciones individuales; generalmente para una sola unidad locativa.
* Instalaciones centrales:

Entre las *instalaciones individuales* pueden mencionarse muchas clases de equipos:

* Calefones: a gas, supergas, alcohol, eléctricos
* Termotanques: a gas o eléctricos
* Caldera calefón
* Intermediario individual

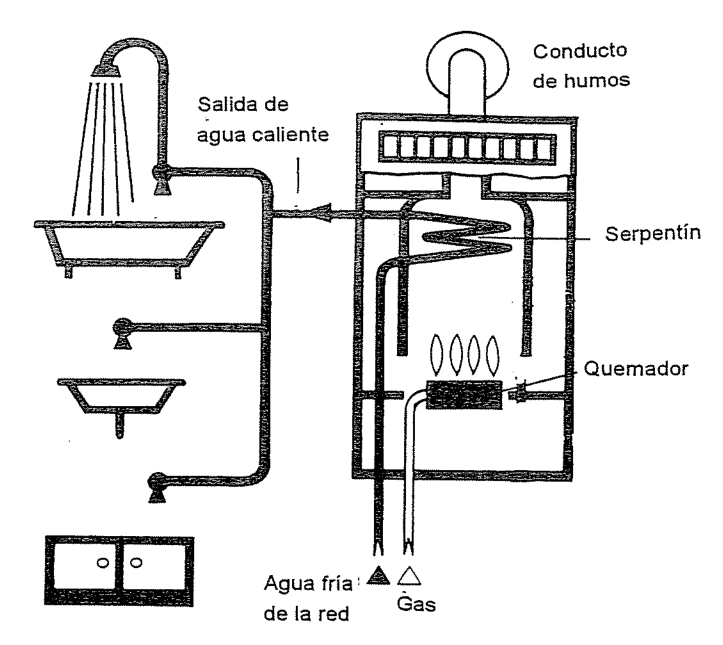
Calefones

Son calentadores del *tipo instantáneo*, en que el agua caliente circula por un serpentín expuesto a la llama de gas, supergas o alcohol.

Los calentadores de gas o supergas, indicados en las figuras 1 y 2 IV, consisten en una caja en cuyo interior se coloca un mechero donde se quema gas.

Existe una válvula que los automatiza, comandando el funcionamiento cuando se abre algún grifo de la instalación.

FIGURA 1 - IV Calefón a gas natural o envasado



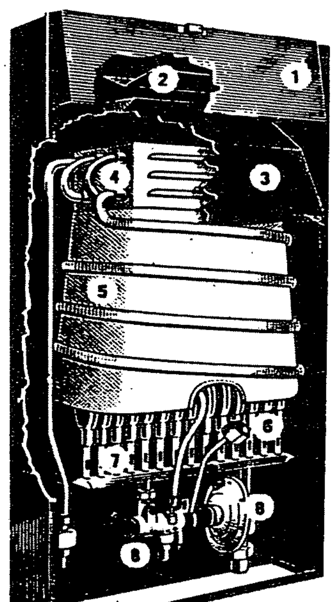


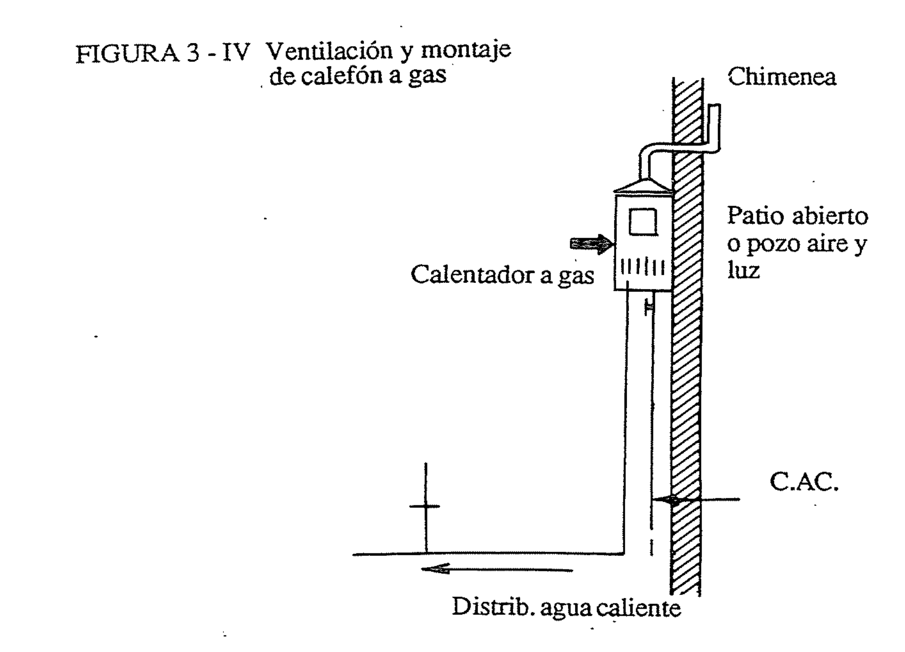
FIGURA 2 - IV Componentes de calefón a gas

1) Campana
2) Interceptor de aire
3) Campana interior
4) Serpentín
5) Cámara de combustión
6) Accionamiento
7) Quemador a gas
8) Válvula de agua

Para la evacuación de los gases de la combustión al exterior, deben colocarse chimeneas, ventilando a los cuatro vientos (figura 3 IV).

También existen los calefones eléctricos cuyo principio de funcionamiento consiste en una resistencia eléctrica que calienta el agua.

FIGURA 3 - IV Ventilación y montaje de calefón a gas



Termotanques

Son calentadores del *tipo acumulación*, que consisten en un receptáculo en los cuales se calienta el agua mediante la acción de quemadores a gas o eléctricos (figura 4 y 5 IV)

Tienen válvula de seguridad que permiten el escape del vapor eventualmente generado.

Se les coloca un termostato que interrumpe el funcionamiento cuando la temperatura del agua alcanza el límite prefijado.

El agua se mantiene caliente durante todo el tiempo y para evitar la fuga de calor se los provee de una eficiente aislación térmica.

FIGURA 4 - IV Termotanque eléctrico

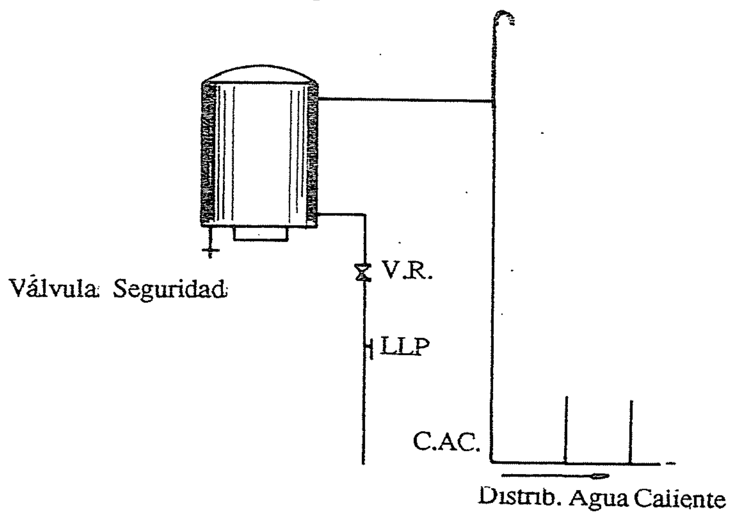


FIGURA 5 - IV Componentes de termotanque eléctrico

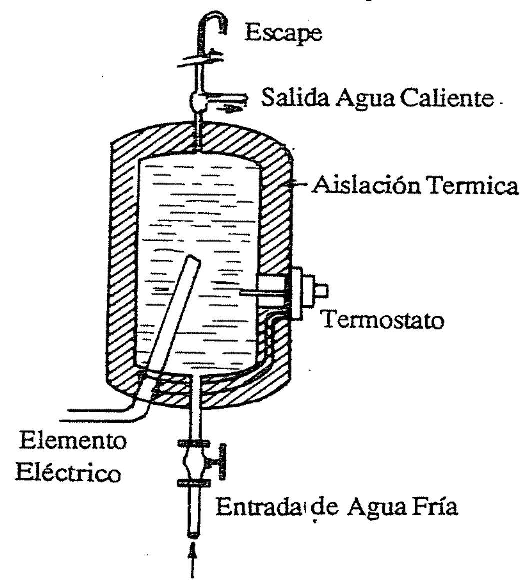
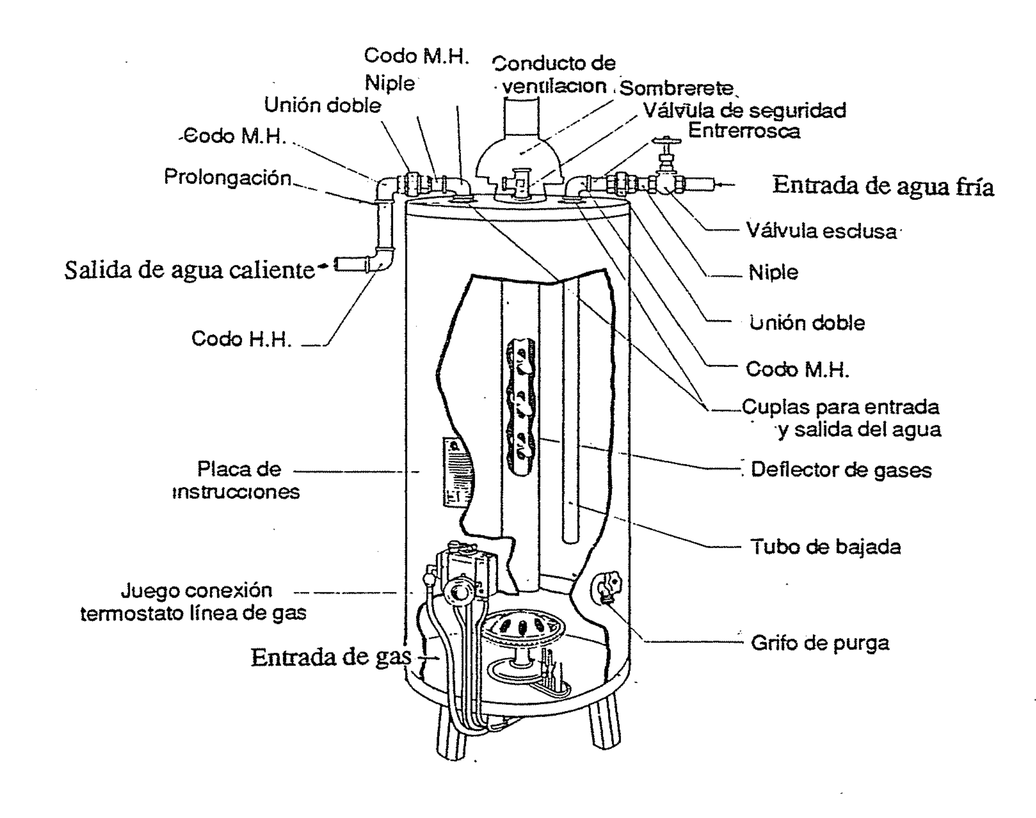


FIGURA 6-IV Esquema de instalación y características de termotanques a gas



Características tipo			
Capacidad del tanque (l)	75	110	150
Altura total (mm)	1250	1600	1610
Diámetro exterior (mm)	413	413	461
Diámetro conexión conducto de gases (mm)	76,2	76,2	76,2
Consumo kcal/hora (gas natural)	6000	7200	7800

El termotanque a gas, cuyo detalle se muestra en la figura 6 IV, consta generalmente de un tanque interior construido en chapa de acero soldado electricamente y protegido contra la corrosión mediante galvanizado por inmersión.

La trasmisión de calor al agua se realiza a través del fondo del tanque y del conducto de conducción de gases de combustión.

La aislación térmica está constituida por lana de vidrio de 25 mm. de espesor.

El equipo de control lo constituye el termostato que cumple las siguientes funciones:

* Termostática: controlando la temperatura límite del agua del tanque.
* De seguridad: produciendo el cierre total del pasaje de gas al artefacto, en caso de apagado del piloto.

Existen en plaza termotanques denominados de *alta recuperación* especialmente diseñados para proporcionar gran cantidad de agua caliente por hora.

Estos termotanques combinan las ventajas del termotanque con la del calefón, utilizando un sistema de quemadores y conductos de humo que permiten un gran rendimiento del aparato.

Se denomina recuperación a la cantidad de litros de agua que el artefacto es capaz de calentar durante una hora, para elevar la temperatura del agua en 20° C por encima de la temperatura de entrada de la misma.

En la figura 7 IV se indica las características de estos equipos.

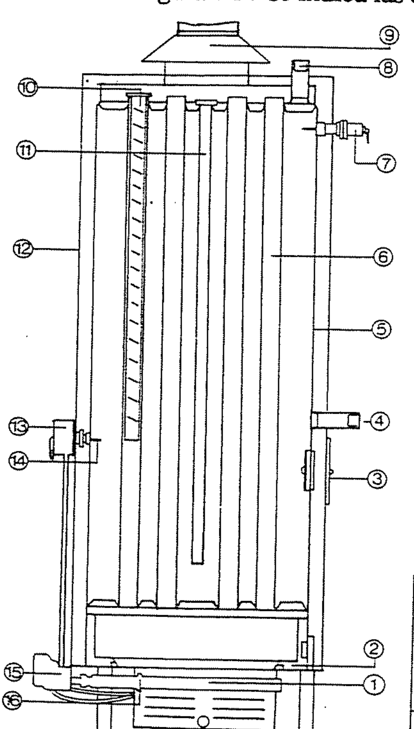


FIGURA 7-IV Termotanque a gas de alta recuperación

Referencias
1. Sistema de Quemadores
2. Aislación Térmica
3. Conjunto boca de inspección
4. Niple de entrada de agua
5. Tanque interior
6. Conductos de gases
7. Válvula de seguridad por presión y temperatura
8. Niple salida de agua
9. Sombrerete
10. Deflector de gases
11. Anodos de magnesio
12. Envolvente exterior
13. Termostato
14. Varilla termostática
15. Control
16. Piloto y Termocupla

Modelo		
Capacidad del tanque (l) Altura total (mm) Diámetro exterior (mm)	250 1620 664	300 1895 664
Recuperación (l/h)	1080	1800

Consta de un depósito central de chapa de acero, tratada contra la corrosión, el que es atravesado por un grupo de tubos por la cual circulan los gases calientes de la combustión, a fin de aumentar la tranferencia de calor al agua del tanque.

Los mismos disponen de un sistema de deflectores que demoran la circulación de los gases a fin de aumentar la cesión de calor.

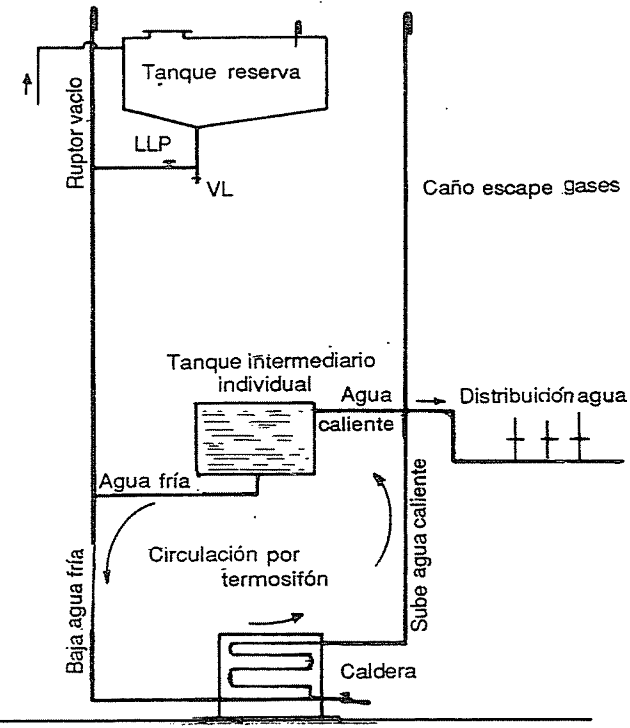
El tanque está rodeado de una capa de aislación para evitar las pérdidas de calor y el envolvente exterior.

Cuentan con ánodos de magnesio para reducir la corrosión galvánica sistema de control termostático para controlar la temperatura del agua y válvulas de seguridad por presión y temperatura.

Tanque intermediario

El tanque intermediario es un depósito destinado a acumular agua caliente, con aislamiento térmico igual que el termotanque pero, la fuente de calor no se produce en el mismo, sino que se utiliza otro elemento como ser una caldera.

FIGURA 8 - IV Caldera con intermediario separado



En la figura 8 IV se detalla el calentamiento del agua del intermediario, que se efectúa por la *diferencia de pesos específicos* entre el agua fria que baja al serpentín y la que se calienta en éste y asciende al intermediario.

Al abrir una canilla sale agua caliente de la parte superior la que es reemplazada por el agua fría proveniente del tanque de reserva.

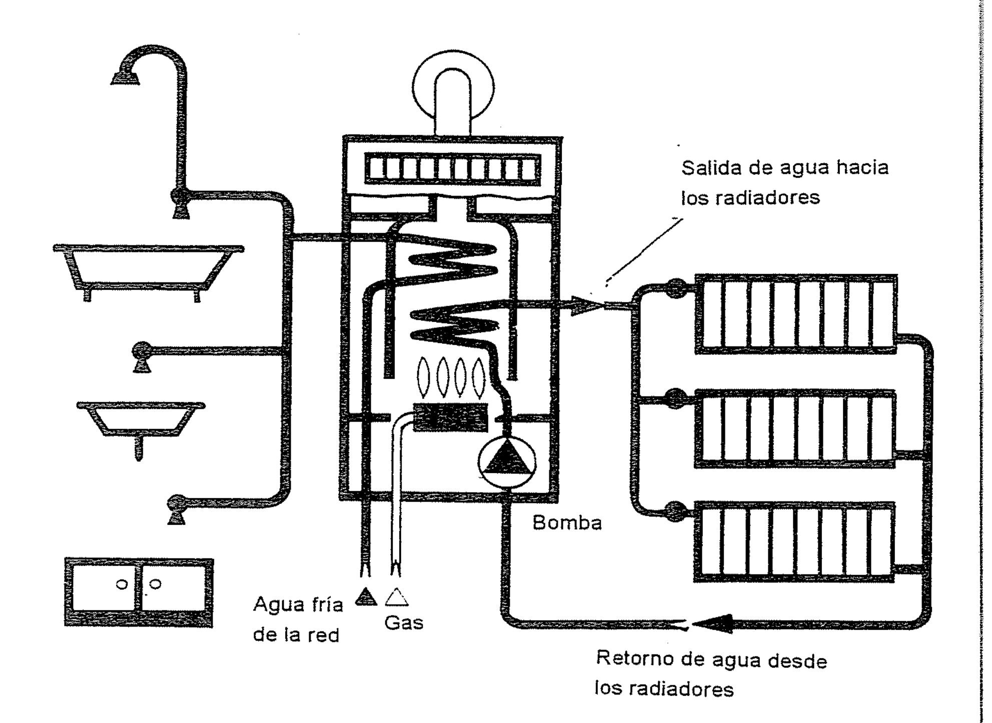
Es necesario la prolongación de la cañería de distribución con un caño de escape que debe terminar sobre el tanque de reserva, con el objeto de permitir la eliminación del vapor, que puede generarse en las cañerías por excesivo calentamiento.

Caldera mixta

Cuando se emplean sistemas de calefacción tipo semicentralizados para casas de departamentos, se suele simplificar los servicios de calefacción y agua caliente, combinando en un solo equipamiento la producción de calor. En la figura 9-IV se muestra el esquema de funcionamiento de un artefacto que actúa como caldera y calefón, denominado *caldera mural mixta,* empleándose también, calderas para ubicar bajo mesada, de 85 cm de altura, llamadas generalmente *tipo cocina.*

Se observa en la figura, que el agua caliente de consumo circula por un serpentín de cobre en forma totalmente independiente del circuito de agua de la caldera. Estos artefactos vienen provistos con la bomba circuladora para calefacción y sistemas de controles incorporados.

FIGURA 9-IV Caldera mural mixta



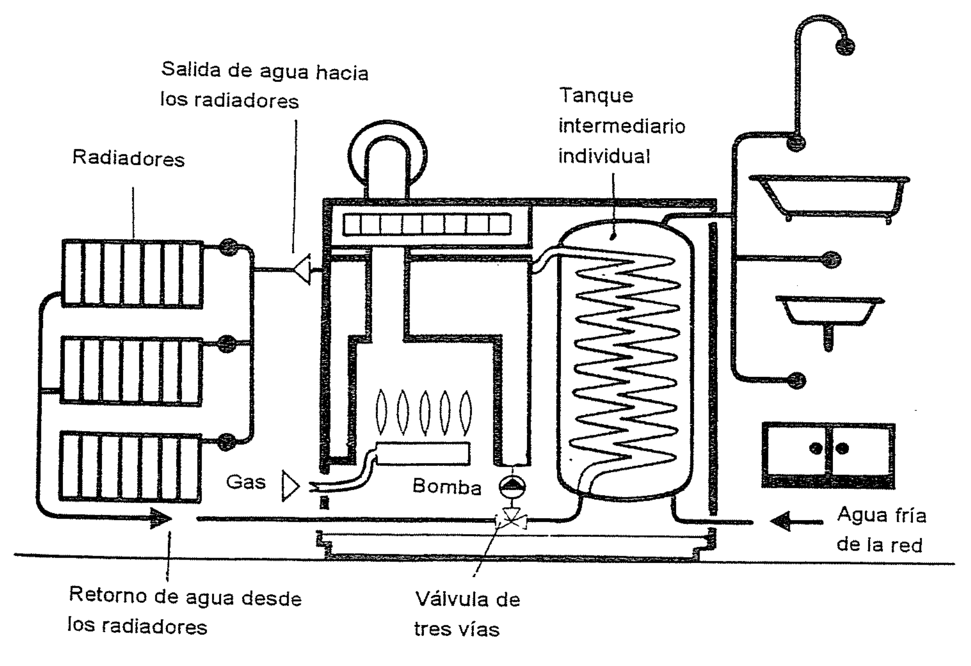
Tanque intermediario individual

Las calderas murales indicadas precedentemente tienen el inconveniente de que su capacidad de calor instantáneo es limitado, por lo que normalmente se da prioridad el consumo de agua caliente, cortando el suministro de calefacción durante ese tiempo.

Por ello, si el consumo de agua caliente es importante, es conveniente proceder a la acumulación de agua caliente en un tanque intermediario, empleándose a tales efectos, calderas murales mixtas o calderas *tipo cocina* con *tanque de acumulación individual incorporado*, tal cual se observa en el esquema de la figura 10-IV, construido en chapa de hierro galvanizado con serpentín de cobre.

Para regular la cantidad de agua caliente a suministrar al sistema de agua caliente sanitaria en función de la necesidad de calor, se puede emplear una válvula de tres vías, como se detalla en la figura.

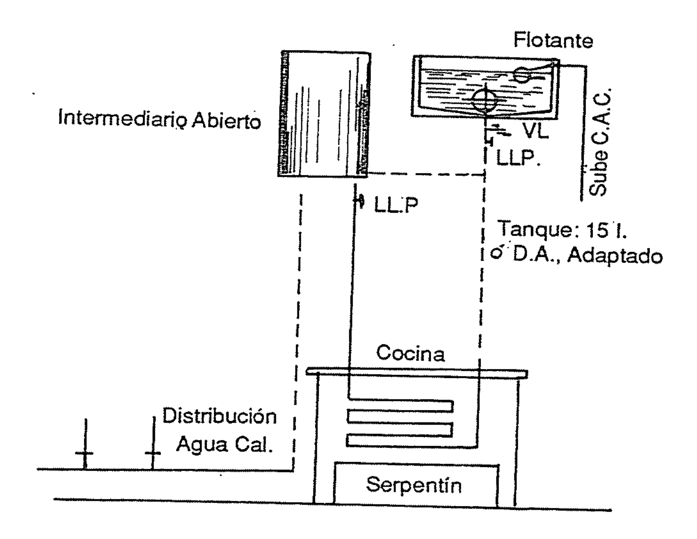
FIGURA 10-IV Caldera bajo mesada con tanque intermediario individual



Intermediarios abiertos con cocinas económicas

Se admite la utilización de depósitos intermediarios pequeños, para el caso de casas económicas, instalados como se muestra en la figura 10'IV.

Fig. 10'- IV Instalación de intermediario abierto.



Instalaciones de agua caliente central

Están destinadas a calentar el agua de departamentos u oficinas, clubes, escuelas, hospitales, establecimientos industriales, etc.

El agua se calienta utilizando calderas que pueden servir simultáneamente a la instalación de calefacción y se provee un *tanque intermediario central* que cumple la función de acumular agua caliente para su distribución a los diversos servicios del edificio.

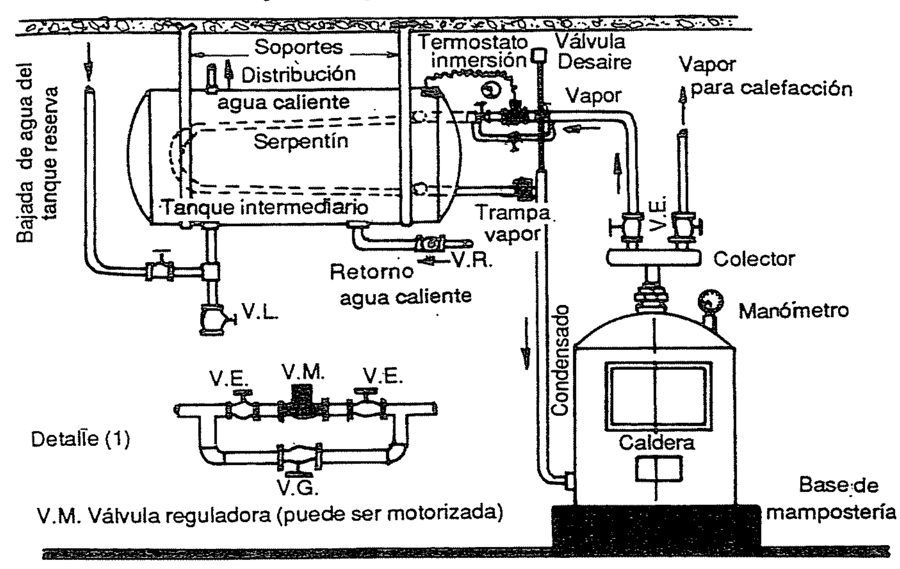
Los tanques intermediarios son generalmente de hierro galvanizado por inmersión, tienen forma cilíndrica y fondos bombeados para conferirles mayor resistencia a la presión del agua que soportan.

En su parte inferior debe tener válvula de limpieza y desagote y si son mayores de 300 litros deben llevar boca de acceso con cierre hermético.

Deben ser tratados termicamente para disminuir la pérdida de calor mediante lana de vidrio o mineral de 25 mm de espesor.

Una forma muy común de instalarlos es la indicada en la figura 11 IV.

FIGURA 11-IV Montaje de tanque intermediario



Se trata de una caldera que suministra vapor al serpentín de cobre del tanque, por medio de una válvula de regulación, comandada por un termostato de inmersión, que está regulado para la temperatura normal de trabajo del agua del tanque.

Puede utilizarse en vez de vapor, agua caliente, con mayores dimensiones del serpentín de cobre.

Sistemas de cañerías de distribución del agua caliente

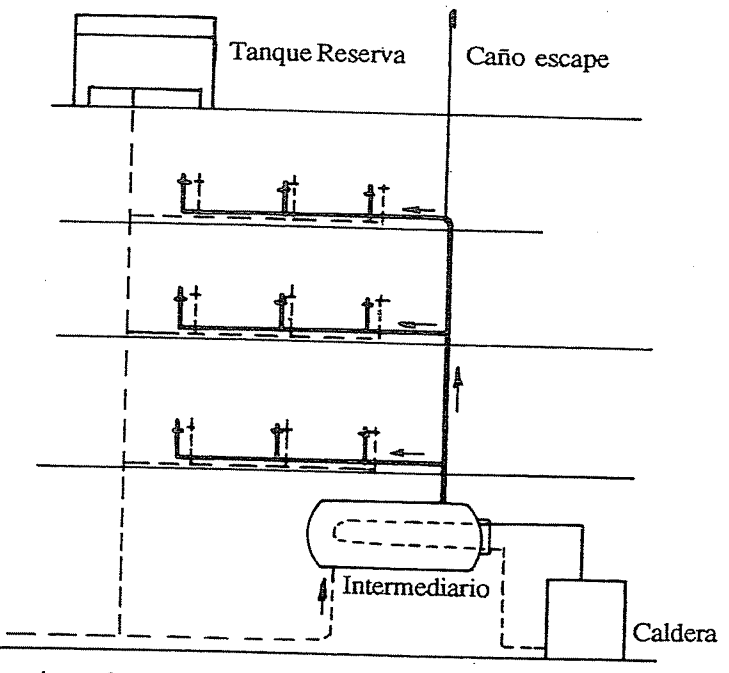
El suministro de agua caliente en los sistemas centrales se hace por medio de cañerías llamadas *columnas montantes*, que salen de la parte superior del tanque intermediario y de la que derivan los ramales necesarios para alimentar a los diversos artefactos de la instalación.

Las formas de distribución del agua caliente pueden clasificarse de la siguiente manera:

* Sin circulación
* Con circulación
  * Natural
  * Forzada

El caso de *distribución sin circulación* indicado en la figura 12 IV consiste en una tubería que sale de la parte superior del calentador o tanque intermediario el cual conduce el agua a los distintos artefactos.

FIGURA 12-IV Sistema agua caliente sin circulación



El inconveniente de este sistema reside en que al abrir la llave de un artefacto hay que esperar para tener agua caliente un cierto lapso, dado que por el uso poco frecuente de algunos artefactos el agua se enfría en las cañerías.

La *distribución con circulación* tiene la ventaja que se establece un circuito permanente de agua caliente, pudiendo ser la circulación por gravedad o forzada mediante bomba circuladora.

El sistema generalmente utilizado es por *gravedad o termosifón*, efectuándose la circulación por la diferencia de peso entre las columnas de alimentación y la de retorno más fria.

Es decir que se establecen cañerías de retorno, a fin de lograr la circulación permanente, lo que se realiza en instalaciones de cierta envergadura.

Los tipos de distribución son los detallados en el esquema siguiente:

* Distribución desde alimentación y retorno. (Figura 13 - IV)
* Distribución desde alimentación con retorno colector de ramales. (Figura 14 - IV)
* Distribución desde alimentación con libre retorno. (Figgura 15 - IV)
* Distribución desde retorno con alimentación libre. (Figura 16 - IV)

En todos los sistemas el agua circula por termosifón alimentando ya sea por las cañerías de alimentación o retorno o ambos a la vez, las distribuidoras que surten los distintos artefactos.

El sistema de distribución desde retorno con alimentación libre es el usado más corrientemente.

La circulación puede favorecerse instalando en la cañería general de retorno una bomba circuladora, en la que se tendría los casos mencionados precedentemente pero con la utilización de la misma.

Cada columna o grupo de ellas debe continuar con un *caño de escape*, hasta más arriba de la entrada de agua que surte al respectivo intermediario. El *diámetro mínimo* del escape es de 0,013 m.

Los ramales horizontales, deben tener llaves de paso a fin de poder independizar las canillas de suministro.

Las cañerías de retorno deben estar provistas de llaves de paso en el extremo superior e inferior a fin de poder independizarlas del tanque.

FIGURA 13 - IV Distribución desde montante y desde retorno.

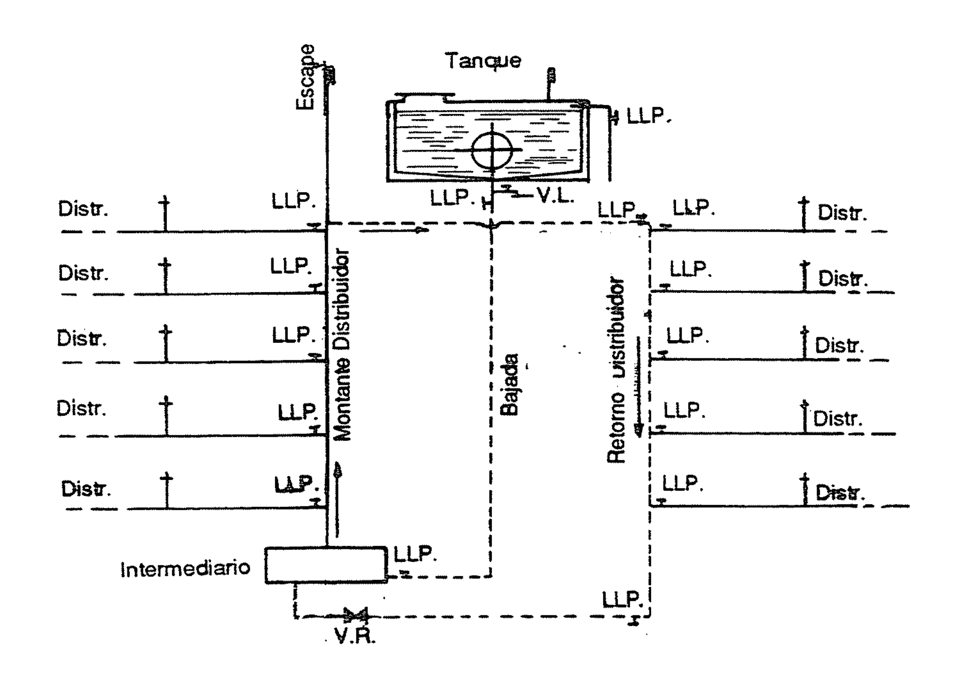


FIGURA 14 - IV Distribución desde montante con retorno colector de ramales.

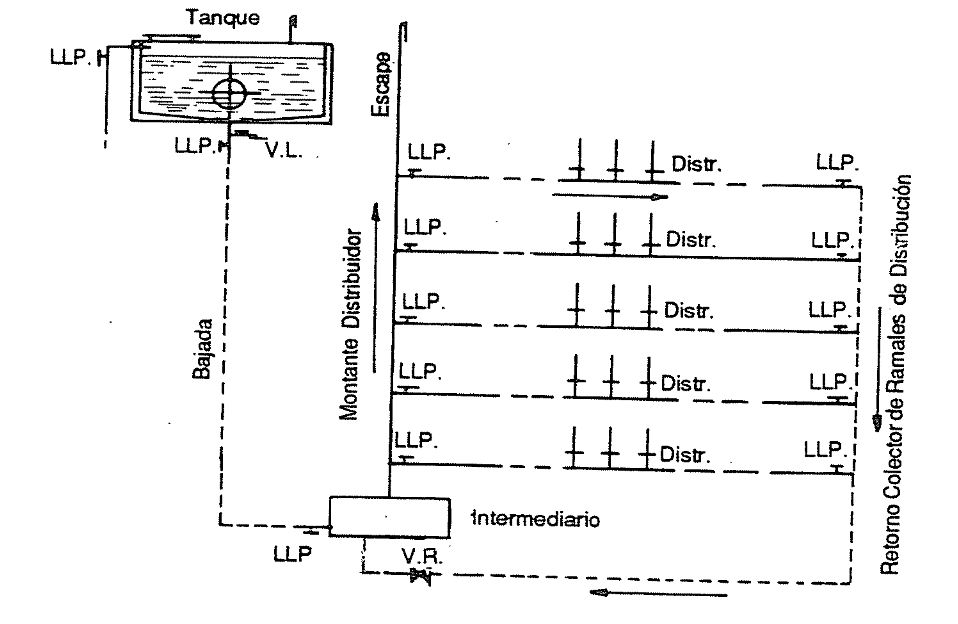


FIGURA 15 - IV Distribución desde montante, retorno libre.

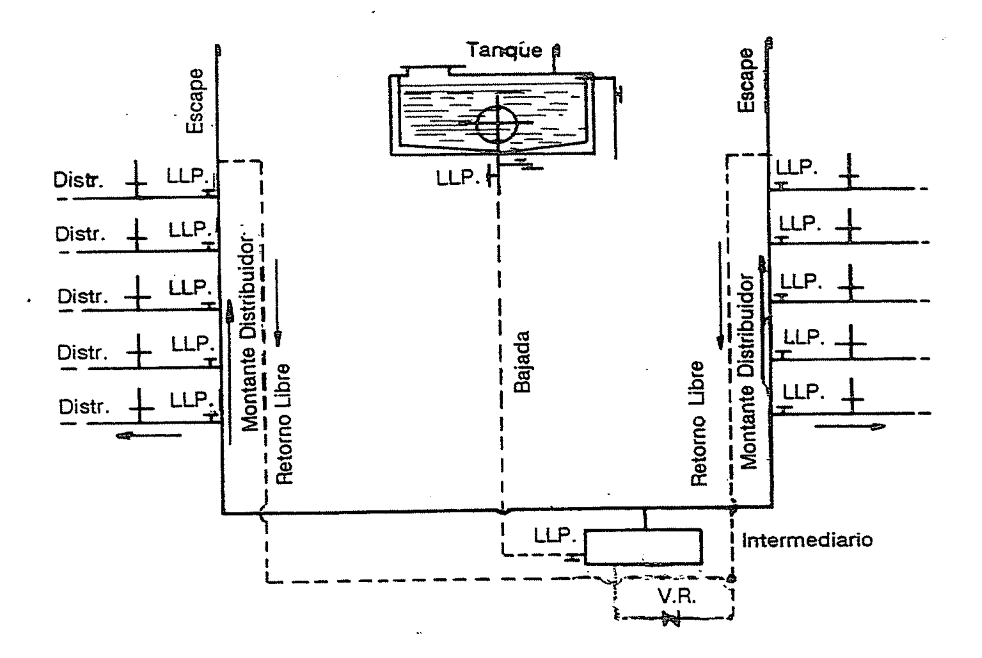
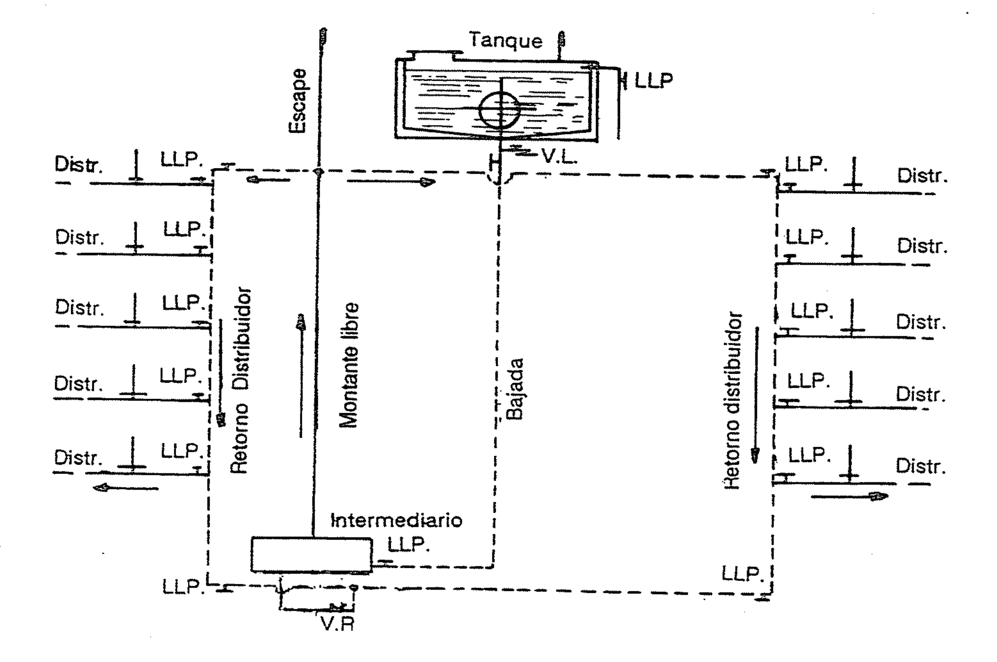


FIGURA 16 - IV Distribución desde retornos, montante libre.



Cálculo de la capacidad de los tanques intermediarios

El tanque intermediario debe acumular una cantidad tal de agua caliente de modo que en la hora pico de consumo, no deje de obtenerse agua a la temperatura requerida.

En el tanque intermediario el agua se calienta hasta 60° a 65° utilizandosela generalmente a 40° C mezclandosela con cierta proporción de agua fría, a 10° a 15° C.

La determinación del período máximo de consumo y la cantidad de agua necesaria no es fácil de hacerse con precisión.

Se asignan los valores prácticos indicados en el cuadro 1 IV.

CUADRO 1 IV. Capacidad de tanques intermediarios

* Intermediarios Individuales
  * Departamentos reducidos: 80 litros
  * Departamentos comunes: 100 litros
  * Casas de familia: 150 litros. Se aumenta 50 ltitros por baños.
* Intermediarios Centrales
  * Departamentos: 80 litros
  * Casas de familia: 100 litros
  * En edificios públicos, hospitales, escritorios, etc. el cálculo se efectúa en base a 20 litros por canilla o artefacto provisto por ella.

Cantidad de calor a suministrar.

La cantidad de calor a suministrar por la caldera debe ser tal que eleve la temperatura del agua en 50°C. Por ejemplo de (10° a 60° C ó 15° a 65° C).

Se puede aplicar la fórmula:

$$Q = C \gamma Ce \, (te - ts)$$

Siendo:

Q . Cantidad de calor (kcal/h.);
C : Caudal de agua en circulación (l/h.);
γ : Peso específico del agua (kg/l);
Ce : Calor específico del agua (kcal/kg °C)
te - ts : Salto térmico entre agua de entrada y salida(°C).

Se considera a γ y Ce igual a la unidad sin grandes errores.

De modo que:

$$Q = C \, (te - ts) \quad \text{kcal/hora}$$

Suele suponerse que el caudal de agua en circulación es de *1/2 volumen del tanque intermediario por hora.* O sea que cada 2 horas se renueva el volumen del tanque intermediario.

Por lo tanto la fórmula queda:

$$Q = V/2\ (te - ts)$$

como te - ts se supone en 50°C, en los casos comunes:

$$Q = 25\ V \quad (kcal/hora)$$

Materiales y montaje de cañerías de agua caliente

En general se emplean cañerías de hierro galvanizado, latón, bronce, cobre o eventualmente plástico con tratamiento especial. No se permite el uso de cañería de plomo debido a su poca resistencia al calor.

El hierro galvanizado sufre incrustaciones por lo que no es recomendable su utilización para estos fines.

En el montaje, las cañerías deben permitir su libre dilatación, no siendo conveniente colocarlas enterradas, salvo que se las instale en canaletas impermeables o dentro de conductos o cañerías de hormigón o mampostería.

El aislamiento térmico depende de su emplazamiento. Así, las *cañerías empotradas* se aislan con cartón acanalado atado con alambre, previo tratamiento de pintura asfáltica.

Suele emplearse también velo de vidrio embreado, cubierto con cartón acanalado, o cintas aislantes.

Las cañerías a la vista se la aislan con lana de vidrio de 25 mm, revestidas en plástico o con una cobertura de chapa galvanizada o aluminio según los casos.

Deben separarse las cañerías de agua caliente de las de gas, electricidad o las construidas en plástico no resistente a la temperatura.

Cálculo de cañerías de agua caliente

En cálculo de las secciones de cañería de agua caliente se realiza de la misma manera que las de distribución de agua fria.

Los *diámetros mínimos* permitidos son los siguientes:

* Caños de hierro galvanizado: 0,019 m.
  Se fija este valor en las Normas, teniendo en cuenta la facilidad de incrustaciones de estas cañerías con la consiguiente reducción de sección.
  Solo se admiten ramales de 0,013 m. en tramos de no más de 1 metro de largo.
* Caños de latón o bronce: 0,013 m.
  Se admiten ramales de 0,009 m. en tramos de no más de 1 metro de largo.
  En retornos libres, el diámetro mínimo puede ser de 0,009 m.

El cálculo comienza fijando lo mismo que en agua fria, los valores que dan las secciones necesarias en cm^2 de cañerías para alimentación de distintos conjuntos de artefactos.

Estos valores se indican en la figura 17 IV en la que se han agrupado distintos casos en grupos de artefactos para uso con agua caliente y en el cuadro 4 III.

FIGURA 17 - IV Secciones en cm^2 de cañerías para conjuntos de artefactos agua caliente

La sección de la cañería de bajada de tanque para la alimentación, se calcula también en base al número de aparatos, departamentos o grupo de instalaciones a surtir teniendo en cuenta los valores siguientes:

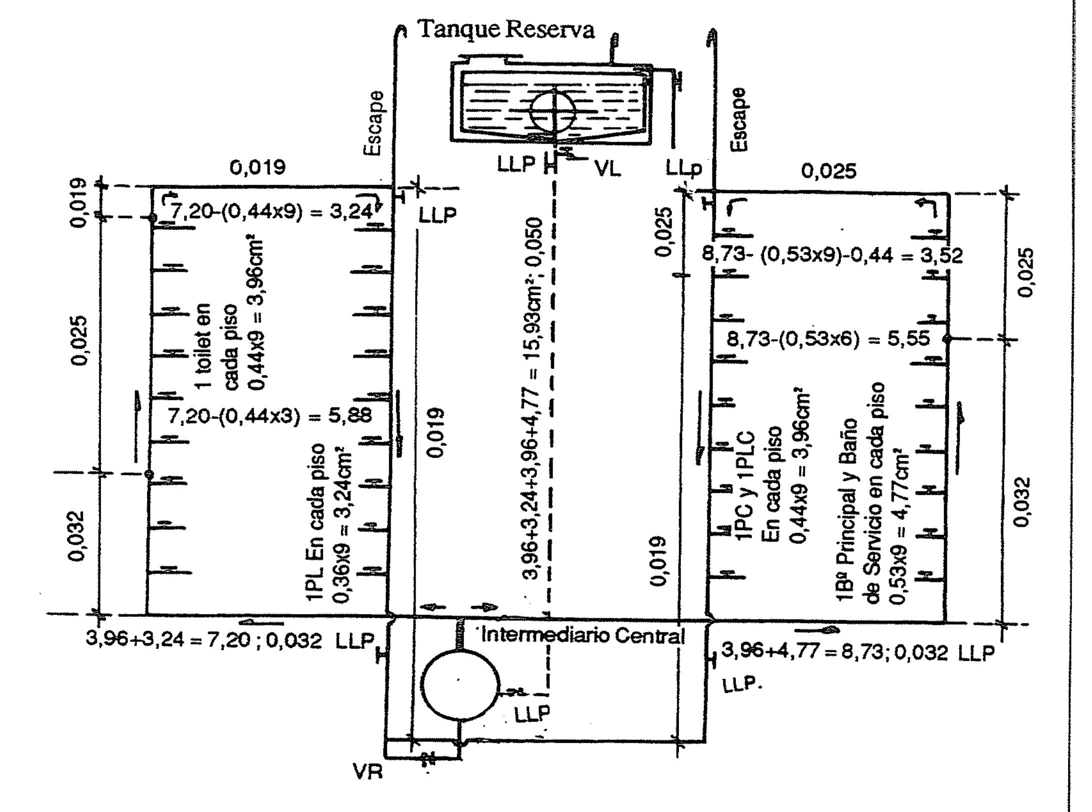
*Bajadas a intermediarios individuales: 0,71 cm² de sección de cañería por cada intermediario
*Bajada a calentadores: 0,71/4 = 0,18 cm² por cada calentador
*Bajada a intermediarios centrales: Se determina la necesidad de cada grupo de instalaciones en igual forma que para el cálculo de agua fria.

Calculada la sección teórica, el diámetro que debe asignarse a cada cañería de distribución es el de la sección inmediata inferior o superior a la teórica, según ella sea mayor o menor respectivamente de la sección límite de bajada.

EJEMPLO DE CALCULO DE DIAMETRO DE CAÑERIAS DE AGUA CALIENTE

En la figura 18 IV se indican los diámetros de cañerías, calculados de acuerdo a lo indicado precedentemente, para un sistema de distribución desde montante y desde retorno

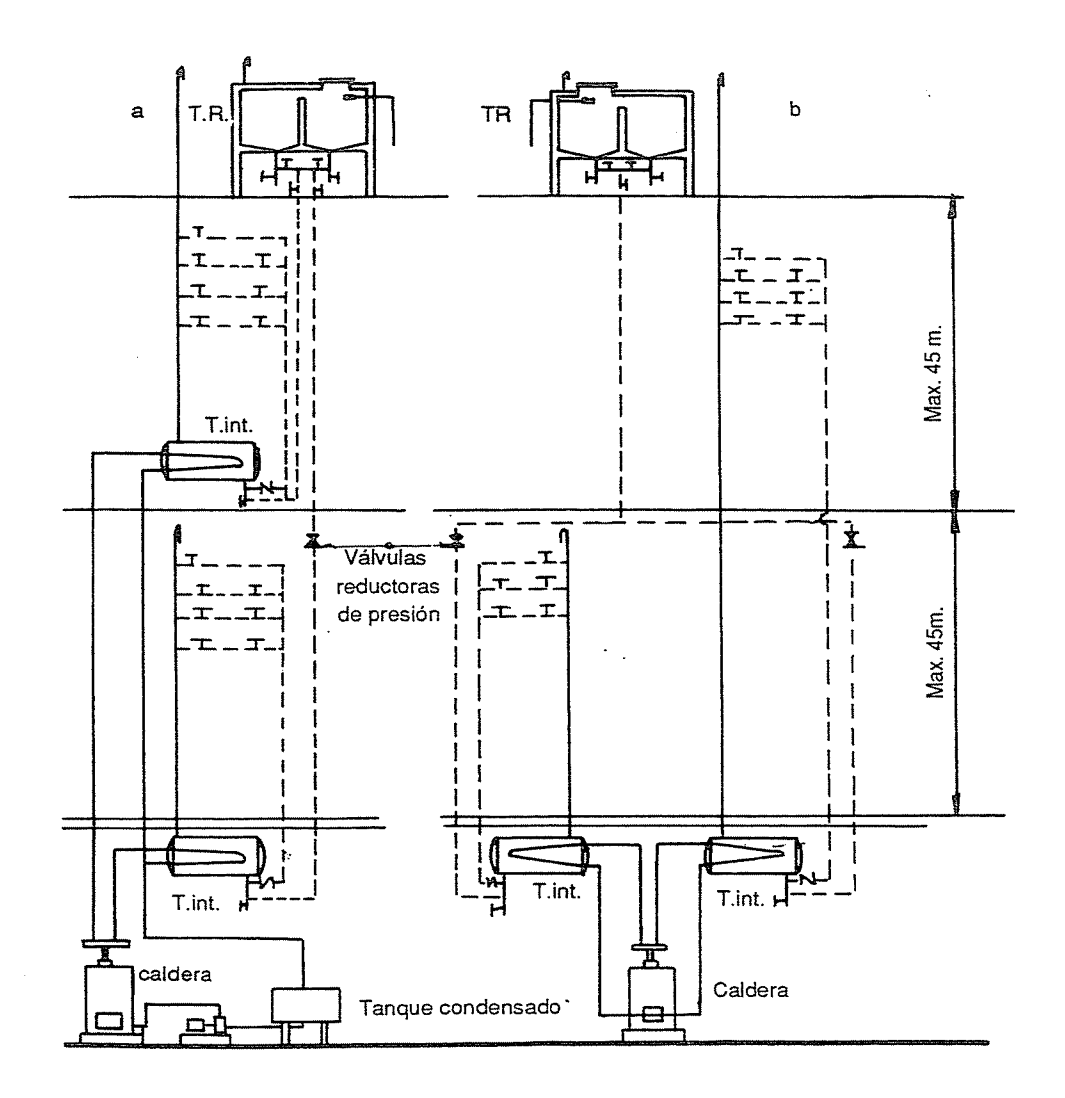
FIGURA 18- IV Cálculo de cañerías de agua caliente



Instalación de agua caliente en edificios de gran altura

Por los motivos indicados al estudiar la provisión de agua fria, estos edificios se dividen en zonas de aproximadamente 40 a 45 metros de altura también para la provisión de agua caliente (Figura 19 IV).

FIGURA 19-IV Provisión de agua caliente en edificios de gran altura



SISTEMA DE PRODUCCION DE AGUA CALIENTE MEDIANTE ENERGIA SOLAR

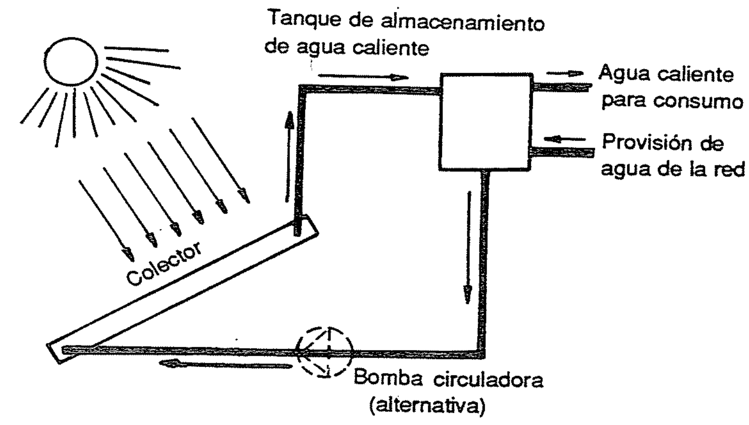
La aplicación de los sistemas de captación de energia solar para calentamiento del agua destinada al consumo sanitario, puede ser para instalaciones domésticas de viviendas, o para sistemas centralizados de gran envergadura como clubes deportivos, escuelas, hospitales, fábricas, etc.

La instalación se compone de tres elementos básicos, los que son complementados con equipos de bombeo, control y auxiliares.

Los mismos, según se indica en la figura 20 IV son los siguientes:

* Colector solar
* Tanque de almacenamiento de agua caliente
* Cañerias de vinculación

FIGURA 20 - IV Esquema básico de funcionamiento de sistema de agua caliente solar



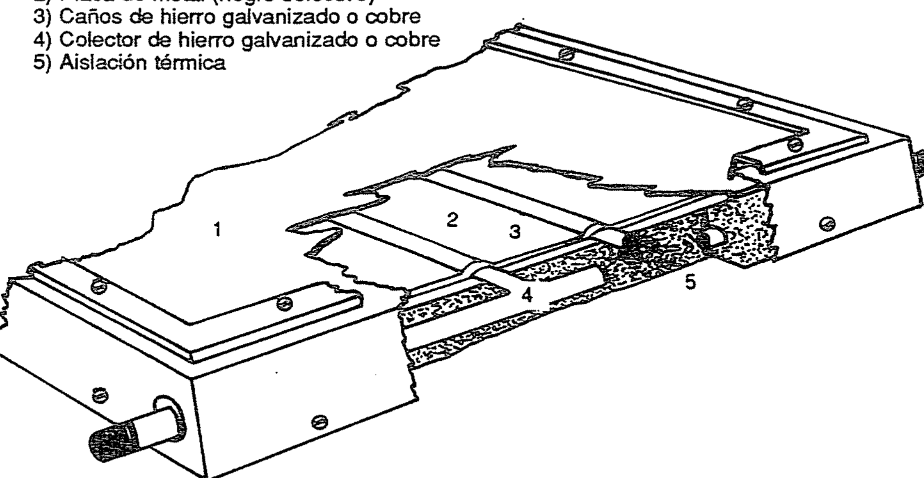
Colector solar

Es la parte más importante, destinada a captar el calor solar y transferir dicha energia al agua que circula por los mismos. Generalmente para las aplicaciones de producción de agua caliente para el consumo, en la que no se requieren altas temperaturas, se emplean *colectores planos*.

Este colector, como se indica en la figura 21 IV, consta de cinco partes fundamentales que son las siguientes:

* Cubierta transparente
* Placa de fondo o lámina negra
* Tubos
* Caja
* Aislante térmico

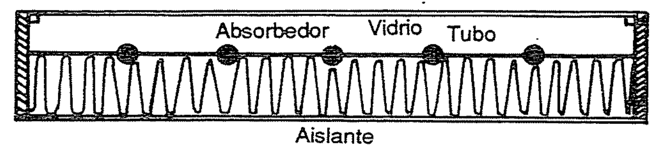
FIGURA 21 - IV Detalle de un colector plano para agua caliente



En la figura 22 IV se muestra el corte del colector plano, que está constituido por una caja, en cuya cara superior se encuentra una cubierta transprente.

En su interior contiene una chapa absorbente del calor solar, que está vinculada a las tuberias. En la parte inferior el aislante térmico impide la fuga del calor hacia abajo.

FIGURA 22 - IV Corte de un colector plano para agua caliente



CUBIERTA TRANSPARENTE

Su función es permitir el paso de los rayos solares que inciden sobre la placa del colector y al mismo tiempo producir el *efecto invernadero*.

Es así que al elevarse la temperatura de la placa, ésta transmite su calor por contacto directo a los tubos conductores del agua, los que a su vez calientan el agua que contienen.

Pero no toda la energia solar absorbida es utilizada, dado que la placa al calentarse, emite a su vez calor por radiación.

Sin embargo, *la cubierta de vidrio no es transparente* a esta radiación térmica, evitando de esa manera que parte del calor atrapado vuelva a escapar a la atmósfera.

Pueden emplearse plásticos transparentes en lugar de vidrio en algunos casos.

PLACA DE FONDO O LAMINA NEGRA

Es el elemento que recibe los rayos solares y permite aumentar la superficie de captación, pues el área neta de los tubos por la que circula el agua es insuficiente para lograr el calentamiento por efecto solar.

De esa manera, se adosa a los caños dicha lámina, que lleva integrada un proceso de pintura o tratamiento de ennegrecimiento, denominada *superficie selectiva.*

La superficie o tratamiento selectivo tiene la propiedad de tener una alta absorción a la energía emitida por el sol y una baja emisividad.

De esa manera absorbe la luz del sol convirtiendo la mayor parte de ella en calor, la que es transmitida por conducción al agua circulante.

Esta capa puede hacerse por ejemplo oxidando la superficie de la placa o lámina, dejándola opaca y negruzca.

El material de esta chapa debe ser muy buen conductor del calor, pudiendo utilizarse chapa negra o galvanizada, aluminio, cobre, etc.

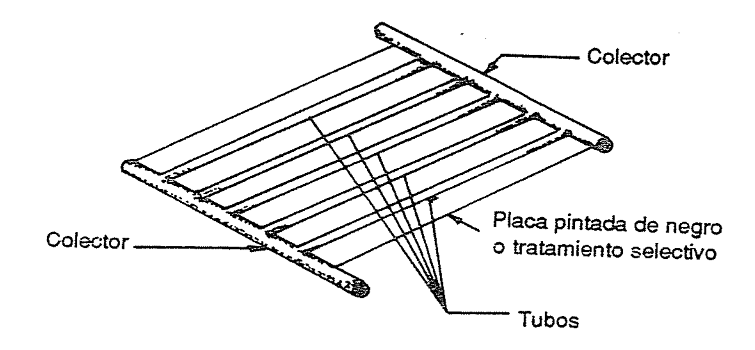
TUBOS

Por los tubos circula el agua, la cual se calienta por contacto con la pared de los mismos, siendo muy importante que estén construidos por un material que sea buen conductor térmico, como por ejemplo hierro galvanizado o mejor, cobre, bronce, aluminio, etc.

Es fundamental que la superficie de contacto de estos tubos con la lámina de captación sea lo mayor posible, para una mejor transferencia del calor.

En la figura 23 IV muestra un detalle característico de ejecución.

FIGURA 23 - IV Detalle de tubos y placas colectoras



AISLANTE TERMICO

Sirve para evitar las fugas de calor por conducción, por la parte inferior del colector.

El aislamiento utilizado debe ser adecuado para soportar altas temperaturas, pudiendo utilizarse fibras de vidrio, lana mineral, etc.

CAJA

Consiste en un armazón que contiene los elementos integrantes del colector solar, protegiéndolos de las inclemencias del tiempo.

Deben ser herméticos y estar construidos de modo que tengan una resistencia mecánica adecuada, pudiendo utilizarse, chapa de hierro galvanizado, aluminio, plástico, etc.

Dicho armazón o caja debe tener la profundidad adecuada como para alojar los tubos, la placa y la aislación térmica, además de la cobertura superior transparente de vidrio o eventualmente plástico.

OTROS TIPOS DE COLECTORES SOLARES

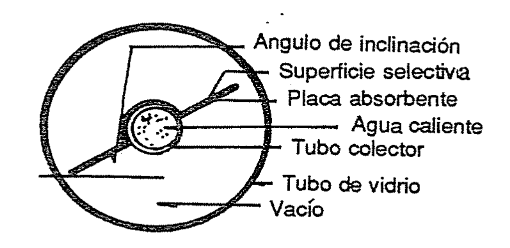
En general los colectores planos descriptos precedentemente, tienen un bajo rendimiento térmico, dado que si bien el vidrio no deja escapar el calor por radiación, se calienta por efecto de la convección del aire caliente, devolviendo el mismo al exterior, cuando la temperatura es mas baja.

Estas pérdidas pueden ser importantes en climas frios, por lo que en muchos casos se recurre a colocar 2 o 3 vidrios para reducirlas.

Cuando se busca un elevado rendimiento y altas temperaturas, especialmente cuando se complementan estas instalaciones con las de aire acondicionado o calefacción, se emplean colectores planos, pero tratados al *vacío.*

De esa manera se logra una mayor eficiencia, debido a que al existir vacío como se indica en la figura 24 IV, no se producen las corrientes convectivas indicadas en el caso anterior.

FIGURA 24 - IV Corte de un colector plano al vacío

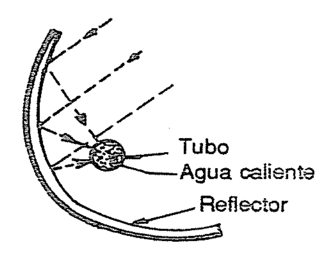


En el interior del tubo de vidrio circular tratado al vacío, se coloca el tubo colector por el que circula el agua y una placa plana de absorción con revestimiento selectivo.

Son numerosos los modelos, pudiendo ser también este tipo de varios tubos.

Otro de los colectores que suelen emplearse son los de *concentración* que está formado básicamente por un cilindro parabólico en forma de espejo y un tubo ubicado en el foco de la parábola, en el cual circula el agua caliente, como se indica en la figura 25 IV.

FIGURA 25 - IV Colector de concentración lineal



Tanque de almacenamiento de agua caliente

Es un elemento indispensable en estas instalaciones, destinados a acumular el agua que se calienta en el colector solar.

Este tanque debe estar diseñado como para almacenar el agua necesaria para el consumo en los momentos que no incide la energia solar. Debe estar perfectamente aislado a fin de reducir al mínimo las pérdidas de calor, pudiéndose emplear lana de vidrio, mineral, etc.

Cañerías de vinculación

Dichas cañerias pueden ser de distintos materiales como ser latón, bronce, cobre o hierro galvanizado.

Las cañerias sirven para vincularlo con el sistema de provisión de agua fria del edificio, derivándose el agua caliente a las fuentes de consumo del edificio.

La circulación del agua del colector al tanque puede efectuarse de dos maneras:

* Termosifón
* Forzada mediante bomba circuladora

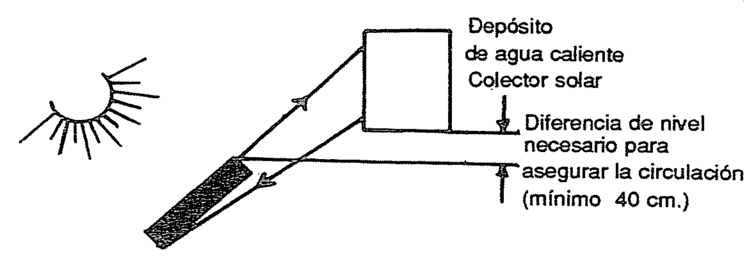
SISTEMA DE TERMOSIFON

En estos sistemas la circulación del agua se realiza unicamente debido a la diferencia de pesos específicos entre el agua caliente de alimentación al tanque de almacenamiento y la mas fria de retorno al colector.

Esa diferencia de pesos origina una pequeña presión eficaz en el sistema, la que es suficiente para vencer los frotamientos del agua al circular por las cañerias, produciendo una circulación constante.

En la figura 26 IV se muestra el esquema de funcionamiento, requiriéndose para que la circulación se produzca, que siempre *el tanque acumulador esté ubicado por encima del colector* y próximo a él.

FIGURA 26 - IV Circulación por termosifón

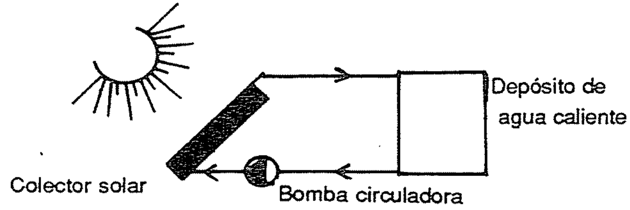


El sistema de circulación por termosifón es un sistema simple y económico, siendo el mas empleado en instalaciones pequeñas.

SISTEMA DE CIRCULACION FORZADA POR BOMBA

En estos casos la circulación del agua se realiza mediante el empleo de un bomba circuladora, como se indica en el esquema de la figura 27 IV.

FIGURA 27 - IV Circulación forzada por bomba



En estos casos no existe problema en cuanto a la ubicación del colector con respecto al tanque de almacenamiento, pudiéndose incluso instalar por encima del mismo.

Además, según la forma en que se produce la transferencia de calor del agua del colector al tanque, las instalaciones pueden clasificarse en dos formas:

* Sistema directo
* Sistema indirecto o cerrado.

Sistema directo

Consiste en que la misma agua que circula por el colector, se utilice para el consumo.

Es el caso mas común, debiéndose construir el colector con materiales y elementos adecuados de modo de no afectar el agua de consumo.

Sistema indirecto o cerrado

En estos casos el agua del colector circula separada del agua de consumo del sistema, como se detalla en la figura 28 IV

FIGURA 28 - IV Sistema indirecto o cerrado

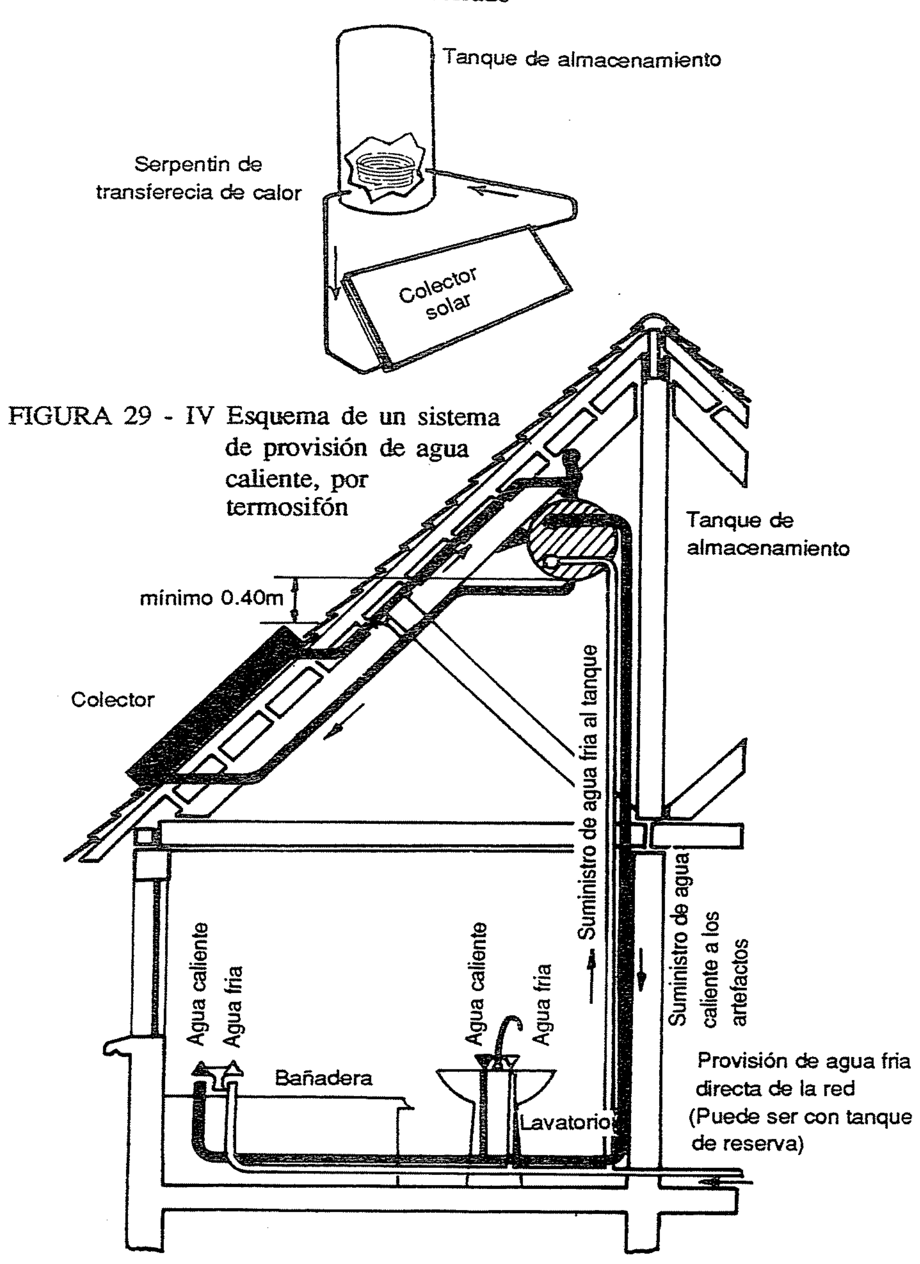


FIGURA 29 - IV Esquema de un sistema de provisión de agua caliente, por termosifón

En general estos sistemas se emplan en lugares donde se producen temperaturas de congelamiento durante las noches o donde hay problemas de aguas duras.

Se observa que el agua de consumo domiciliario se calienta en forma indirecta por transmisión del calor del agua que circula por el circuito del colector solar. A esta agua en los casos indicados se le agrega una solución que evita el congelamiento y la corrosión

Detalles de montaje

La instalación de un sistema de captación solar para la provisión de agua caliente puede efectuarse totalmente en el exterior. En la figura 29 IV se detalla una instalación en que se utiliza la pendiente del techo para proteger al tanque de las inclemencias del tiempo.

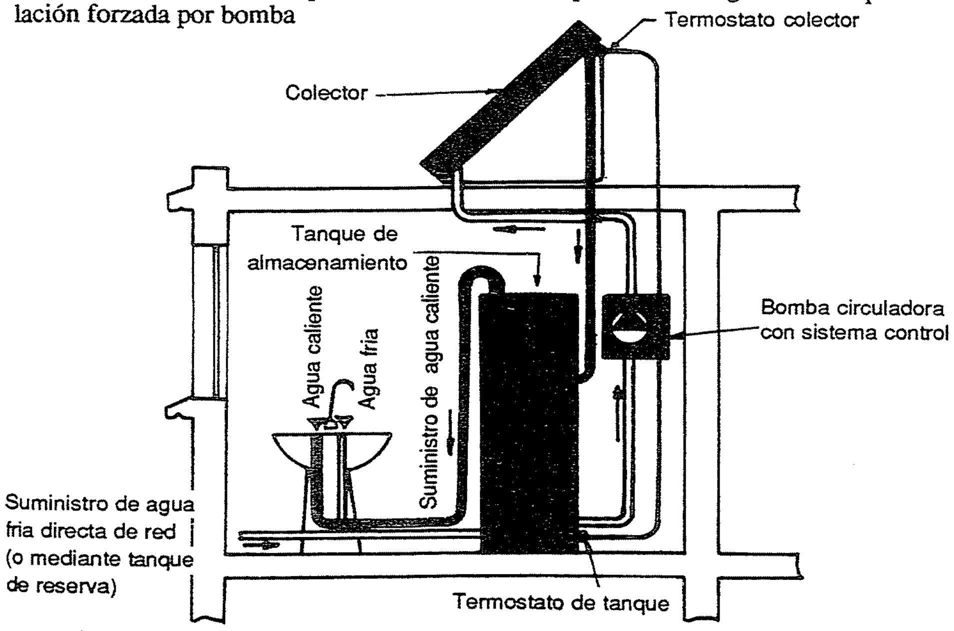
El tanque debe instalarse en estos casos de modo que sea facilmente accesible para el mantenimiento. La circulación se produce por termosifón.

En la figura 30 IV se muestra un sistema con la aplicación de una bomba circuladora, que permite cualquier ubicación del tanque, con menores diámetros de cañerias y una mejor regulación de conjunto.

Se ha empleado el tanque de almacenamiento, ubicado dentro del local, bajo el colector solar.

El movimiento del agua mediante la bomba circuladora se regula en función de la temperatura del tanque, y su funcionamiento se debe producir, siempre que la temperatura del agua del panel sea de unos grados superior a la del acumulador de agua caliente.

FIGURA 30 - IV Esquema de instalación de provisión de agua caliente por circulación forzada por bomba



Complementación con fuentes auxiliares de energía

En general para mantener el servicio de agua caliente en dias nublados o de poca captación solar, es conveniente complementar estas instalaciones mediante *resistencias eléctricas* o *quemadores a gas*, los que actuan cuando cuando la temperatura del recipiente acumulador desciende de un valor mínimo prefijado.

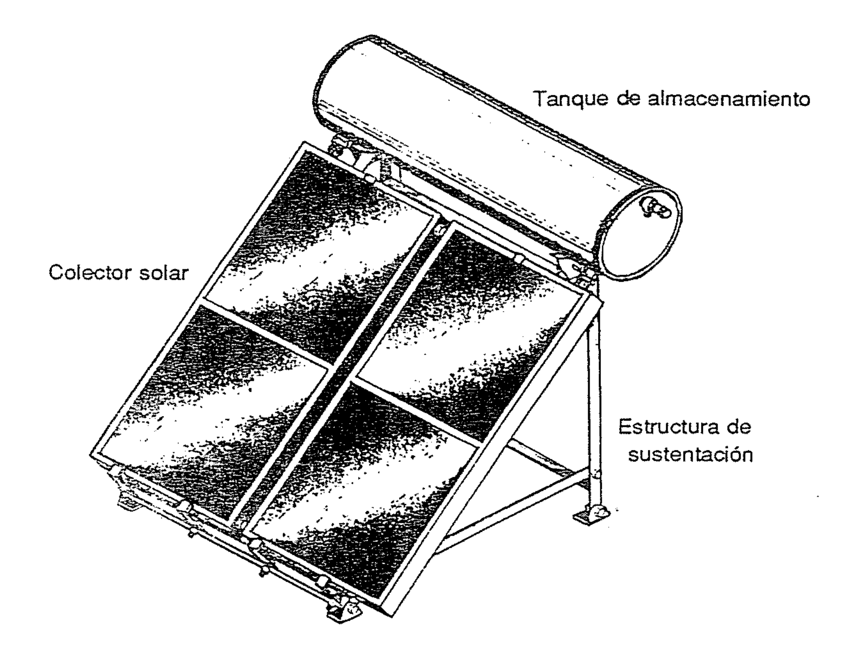
Por ejemplo en el caso de la figura 30 IV, es muy común utilizar directamente un *termotanque de agua caliente a gas*, del tipo convencional, el que se complementa con el sistema de captación solar.

Equipos integrales

A fin de reducir costos, espacios y simplificar notablemente el montaje, se fabrican equipos para producción de agua caliente integrales, en los que el tanque de acumulación viene directamente incorporado al colector.

En estos sistemas la circulación es por termosifón, ubicándose el tanque de almacenamiento en la parte superior del equipo, tal como se muestra en la figura 31 IV

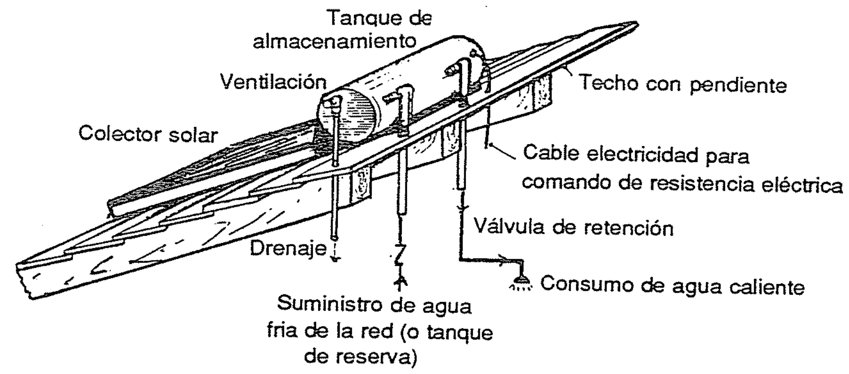
FIGURA 31 - IV Equipo de calentamiento de agua solar del tipo integral



Estos equipos ya vienen, incluso, con una resistencia eléctrica de inmersión adicional para el caso de no contarse con el suministro de calor solar, en períodos excepcionales.

En el esquema de la figura 32 IV se detalla la forma simple de montaje, en el caso de instalarse sobre un techo de tejas con pendiente.

FIGURA 32 - IV Montaje de equipo de calentamiento de agua integral sobre el techo con pendiente



Diseño del equipo de agua caliente solar

El equipo de agua caliente por energía solar debe tener una capacidad, de modo que, en la hora pico de consumo, disponga de la cantidad de agua necesaria a la temperatura requerida.

El cálculo se divide en dos partes fundamentales:

* Capacidad del tanque de almacenamiento
* Dimensiones del colector solar

CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

La determinación del período máximo de consumo y el caudal de agua necesario no es fácil de hacer con precisión. Pueden adoptarse como valor de referencia las capacidades para estimar el tamaño de los tanques intermediarios de agua caliente, consignadas en el cuadro 1 IV.

Sin embargo, como valor práctico que ha dado buenos resultados, puede suponerse que el consumo normal de agua caliente por persona es de aproximadamente *50 litros por día.*

Se supone que el tanque de almacenamiento debe posibilitar la acumulación de cierta cantidad de agua caliente de reserva, para regular el consumo en caso de dificultades de captación solar, a fin de recurrir al mínimo al uso de las fuentes auxiliares de suministro de calor.

De esa manera se considera que la acumulación del tanque sea igual al consumo diario por persona mas un 50%, lo que equivale a *75 litros por persona.*

DIMENSIONES DEL COLECTOR SOLAR

El dimensionamiento del colector solar depende de varios factores que se pueden mencionar.

* Cantidad de calor que se debe suministrar para el calentamiento del agua por dia.
* Cantidad de calor que captan los colectores en total por día sobre su superficie, durante las horas de insolación.
* Rendimiento o eficiencia de los colectores, en virtud de las características constructivas y de funcionamiento.
* Temperaturas de funcionamiento del colector solar.

En la práctica y para el caso de Buenos Aires, pueden adoptarse tomando un cierto margen de seguridad 1,5 m^2 de colector por persona.

De esa manera se ha confeccionado la tabla práctica incluida en el cuadro 2 IV

CUADRO 2 - IV: Dimensiones de calentadores de agua caliente solar

Número de ocupantes	1	2	3	4
Tamaño del colector plano (m^2)	1,5	3	4,5	6
Capacidad del tanque de acumulación (l)	75	150	225	300

Posición de colector solar

Para obtener el mejor rendimiento del colector solar, es necesario que tenga una dirección, que vaya siguiendo la trayectoria del sol durante el dia.

Sin embargo en la mayoría de las instalaciones simples, *la ubicación del colector es fija*, por lo que debe dotarse a su emplazamiento de determinadas cracterísticas que hacen a dos aspectos básicos:

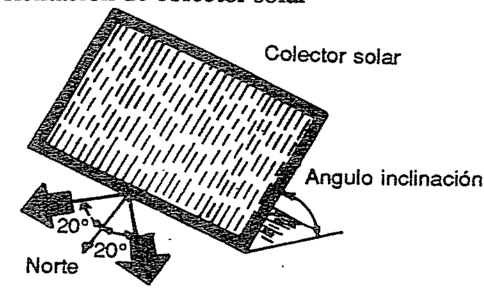
* Orienatción
* Inclinación

ORIENTACION DEL COLECTOR

La orientación óptima del colector es que su superficie de captación esté dirigida hacia el norte, dado que permite aprovechar el mayor número de horas del sol, independientemente de la estación del año y de la latitud de emplazamiento.

En aquellos casos en que esa colocación no sea posible por condiciones constructivas como obstrucciones, sombras, etc., debe orientarse tratando de asegurar el mayor número de horas de sol. Para ello debe buscarse de *no desviarse de la orientación norte más de 20°*, como se indica en el detalle de la figura 33 IV.

FIGURA 33 - IV Orientación de colector solar



INCLINACION DEL COLECTOR

La inclinación óptima del colector debe ser aquella que asegure la mayor captación de energía solar, dependiendo de dos factores:

* Latitud del lugar de emplazamiento
* Período de utilización durante el año

El cálculo exacto es muy laborioso, por lo que en la práctica se recurre a establecer la inclinación del colector en función de la siguiente regla, que permite su determinación con suficiente aproximación.

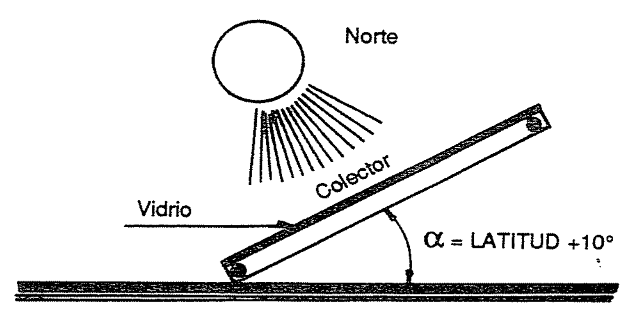
Asi, la inclinación del colector solar con respecto al plano horizontal, debe ser igual a la *latitud del lugar mas 10º*, tal cual se indica en la figura 34 IV.

Por ejemplo para la Ciudad de Buenos Aires, con 35º de latitud sur, corresponde la siguiente inclinación del colector plano para la provisión de agua caliente para uso sanitario.

$$35° + 10° = 45°$$

En el cuadro 31 IV se indican las latitudes Sur en que se encuentran diversas Ciudades de nuestro país.

FIGURA 34 - IV Inclinación de colector solar para provisión de agua caliente



CUADRO 3 - IV Latitud de varias localidades de la República Argentina

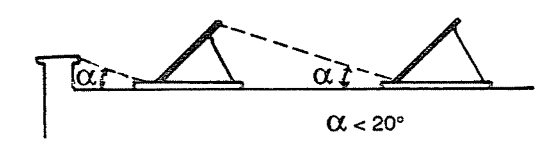
Lugar	Latitud Sur (°)
La Quiaca	22
Salta	25
Posadas	27
Tucumán	27
Resistencia	27
Corrientes	27,5
S. del Estero	28
Catamarca	28,5
La Rioja	29,5
San Juan	31,5
Córdoba	31,5
Santa Fe	32
Mendoza	33
San Luis	33
Rosario	33
Buenos Aires	35
Santa Rosa	36,5
Azul	36,5
Mar del Plata	38
Bahia Blanca	38,5
Viedma	41

Es fundamental en el estudio del emplazamiento determinar que no existan áreas sombreadas, ya sea por otros edificios, árboles, etc.

En el caso del montaje de colectores en baterias, deben separarse unos de otros, a fin de que no existan proyección de sombras que puedan afectar el rendimiento de los colectores.

Como norma práctica puede establecerse el criterio de separación de acuerdo al ángulo α menor que 20°, como se indica en el detalle de la figura 35 IV

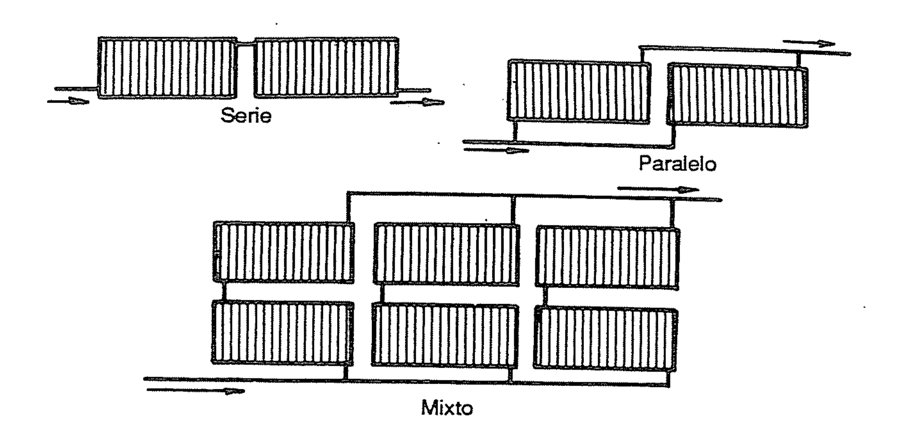
FIGURA 35 - IV Separación de colectores



Las cañerias de los colectores, cuando se instalan en grupos, pueden conectarse en serie, paralelo o mas conmunmente en forma mixta, como se indica en los esquemas que se muestran en la figura 36 IV.

A fin de evitar demasiadas contrapresiones es conveniente, que las conexiones en serie de los colectores no sean mas de dos.

FIGURA 36 - IV Conexión de paneles



CAPITULO V

INSTALACIONES DE PROVISIÓN DE AGUA PARA EXTINCION DE INCENDIOS

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

La protección contra incendios, comprende el conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento que se deben observar, tanto para los ambientes como para los edificios.

Los objetivos que se persiguen son los siguientes:

* Dificultar la gestación de los incendios.
* Evitar la propagación del fuego y efecto de los gases tóxicos.
* Permitir la permanencia de los ocupantes hasta su evacuación.
* Facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos.
* Proveer las instalaciones de extinción.

Existen dos formas diferenciadas para encarar el riesgo de incendio:

* Defensa pasiva
* Defensa activa

Defensa pasiva:

Son las medidas a adoptar tendientes a lograr mediante un adecuado diseño, las condiciones que logren prevenir el riesgo de incendio al mínimo, con la utilización de muros cortafuegos, estructuras resistentes al calor, salidas de emergencias, puertas especiales de seguridad, escaleras de escape, etc.

Defensa activa:

Son los elementos o instalaciones que se ejecutan en los edificios, destinados especialmente a la extinción del incendio

Sistemas de extinción

Los elementos destinados a la extinción se pueden clasificar en:

* Portátiles
* Fijos
* Otros elementos extintores

EXTINTORES PORTATILES

Son los denominados *matafuegos* que permiten su accionamiento o transporte manual.

Su aplicación está destinada al inicio del foco de incendio, permitiendo la aproximación al mismo, de acuerdo al tipo de fuego, debiendo estar diseñado para esa circunstancia. Se los fabrica de anhídrido carbónico, halon 1211 ó 1301, espuma, polvo químico, agua, etc.

Dentro de estos tipos pueden utilizarse matafuegos portátiles sobre ruedas de mayor capacidad, para aplicaciones en edificios de tipo industrial.

Los extintores deben ubicarse en lugares facilmente accesibles de modo que se distingan rapidamente, debiéndose capacitar al personal en su utilización.

Además debe garantizarse un mantenimiento periódico y apropiado para asegurar contar con la carga del agente extintor en cada momento.

EQUIPOS E INSTALACIONES FIJAS

Son elementos que se encuentran instalados en forma permanente en el edificio y que incluso pueden funcionar mediante detectores automáticos.

Se pueden mencionar las siguientes instalaciones:

* Sistemas de inundación completa: que actúan mediante la dilución de la concentración de oxígeno en los locales mediante la descarga del anhídrido carbónico o inhibidores de la reacciónquímica
* Sistemas de rociadores o a base de niebla de agua: utilizando rociadores adecuadamente-distribuidos, con cañerías de agua a presión, de acuerdo a su aplicación.
* Sistemas de proyección de agua: mediante tanques de incendio, con redes de cañerías, bocas o hidrantes y mangueras con lanza y boquilla.
* Sistemas a base de espuma: mediante la formación de burbujas con una red de cañerías que transporta agua y un agente emulsificador que origina la espuma.

OTROS ELEMENTOS EXTINTORES

Se pueden mencionar la *arena* que no es un buen agente extintor pero se la emplea para la propagación de fuegos incipientes.

Las *frazadas de amianto* que es un material incombustible y no conductor de la energía eléctrica, que se utiliza para apagar por ahogamiento el fuego. Se emplean también guantes de amianto para prevenir quemaduras.

Para determinar los sistemas de protección a aplicar debe analizarse como se produce el proceso de combustión.

Combustión

Se denomina combustión a la combinación química de un cuerpo con oxígeno, cuando se produce con desprendimiento de calor, manifestándose en forma de llama o fuego.

Para que se produzca la combustión es necesario que existan tres elementos fundamentales que son:

*Combustible, que es el elemento que se quema
*Comburente, u oxigeno que interviene en el proceso
*Temperatura de ignición, que debe ser lo suficientemente elevada como para producir el encendido.

Para que la combustión se mantenga o propague es necesario que se produzca una reacción continua en cadena en el frente de llama.

La técnica de la extinción de los incendios consisten en eliminar por lo menos uno de estos factores incidentes.

El combustible es imposible de eliminar, por lo que entonces el problema se circunscribe en atacar cualquiera de los otros dos, ya sea por ejemplo enfriando el material que arde por debajo de la temperatura de ignición o reduciendo el comburente oxigeno del ambiente que rodea el fuego, o actuando sobre los dos simultaneamente.

Los sistemas de extinción a emplear, su tamaño y potencia extintora, debe estar basado en el tipo de fuego que se debe atacar.

Tipos de fuego

Se pueden clasificar en cuatro tipos de acuerdo a las características de los materiales que arden:

* Clase A
* Clase B
* Clase C
* Clase D

FUEGO DE CLASE A

Se produce en materiales sólidos comunes, tales como madera, fibras de maderas, textiles, papeles, cartones, gomas, plásticos, etc.

Esta clase de fuego se combate mediante el enfriamiento con agua o con soluciones que las contengan en gran proporción.

Se utilizan instalaciones de agua central, hidroextintores o matafuegos por agua.

Estos últimos consisten en recipientes que contienen agua presurizada con una gas, que es expelida mediante el accionamiento de una válvula de descarga.

Los sistemas de distribución de agua están constituidos por bocas o hidrantes unidos mediante una red de cañerías, ubicadas en distintos sectores del edificio. A estas bocas o hidrantes se conectan mangueras que distribuyen el agua utilizando una lanza o boquilla conectada al extremo. Se utilizan también rociadores que producen la dispersión del agua en forma automática en función del calor de la combustión.

Pueden utilizarse sistemas de niebla de agua mediante rociadores especiales y cañerías de agua a presión.

FUEGO DE CLASE B

Se produce sobre la superficie de líquidos inflamables, tales como nafta, aceite, grasas, pinturas, ceras, solventes, etc.

Se extinguen por sofocación, restringiendo la presencia del comburente. Se utilizan *espumas*, empleando extintores o matafuegos o sistemas centrales.

Consiste en la formación de pequeñas burbujas formadas por agua y un agente emulsificador, que actúan sobre el fuego como una barrera que impide la llegada de oxigeno a la reacción química de la combustión.

FUEGO DE CLASE C

Se trata de fuegos de materiales eléctricos, o instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica que están bajo tensión o sea energizados.

No pueden emplearse agentes extintores conductores de la electricidad. Se utilizan gases como el *anhidrido carbónico*, que posee la condición de gas inerte y limpieza de actuación.

Los sistemas de extinción de anhidrido carbónico actúa fundamentalmente por desplazamiento del oxigeno del aire. Además la rápida expansión del gas al expulsarse de los cilindros en los que se encuentra almacenado a presión en forma líquida, produce un efecto refrigerante intenso que actúa sobre las substancias en combustión, así como la atmósfera circundante.

Otro gas que se emplea es el *halon 1211 ó el 1301* que son compuestos halogenados que actúan como un inhibidor de la reacción química de la combustión, utilizándose el primero en locales sin personal y el segundo en áreas con personal expuesto por su menor tenor tóxico. Actualmente se lo ha prohibido porque afecta la capa de ozono.

Puede emplearse además *extintores de polvo químico seco*, que consiste en arrojar al fuego una combinación finamente pulverizada de polvos de base sódica, potásica, etc, con distintos componentes, que ahogan la parte recubierta, ya que en su descomposición debida al calor originan anhidrido carbónico.

Para este tipo de fuego no debe emplearse espumas ni agua a chorro bajo ningún concepto.

La unica forma de modificar el procedimiento de extinción es actuando lo antes posible sobre la llave principal de alimentación eléctrica o desconectando mediante protecciones adecuadas.

Si no existe tensión, el fuego queda clasificado como del tipo A o B descripto precedentemente.

FUEGO DE CLASE D

Se refiere a fuegos sobre metales combustibles como el magnesio, circonio, titanio, litio, sodio, etc.

Para controlar fuegos de este tipo se emplean polvos especiales para cada uno de ellos, no pudiéndose utilizar ninguno de los agentes convencionales descriptos precedentemente.

Como técnica de extinción puede cubrirse o asfixiarse con arenas o escorias.

CONDICIONES DE EXTINCION DE INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS

Las Normas establecidas en el Código Municipal de la Ciudad de Buenos Aires, establecen las condiciones de extinción a aplicar en los edificios a fin de tener en cuenta las instalaciones o equipos a ejecutar o preveer.

Para establecer dichas condiciones deben tenerse en cuenta las distintas actividades predominantes y la probabilidad de gestación y desarrollo del fuego en los edificios y los sectores o ambientes de los mismos.

A tal efecto se establece el *grado de riesgo de incendio* en el edificio determinado por el tipo de combustible que se utiliza, los que están definidos por la Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Riesgos de incendio

Se clasifican los riesgos de incendio según las siguientes categorías, estableciéndose un número adimensional práctico a cada uno de ellos.

RIESGO 1

* *Explosivos*: materias de naturaleza química más o menos inestable, susceptibles de producir: reacciones exotérmicas, con generación de grandes cantidades de energía al ser alterado su equilibrio químico, por cualquier manifestación energética externa (pólvora, cloratos, celuloide, picratos).

RIESGO 2

* *Inflamables de 1ª categoría*: Materias que pueden emitir vapores que mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles; su punto de inflamación momentánea es igual o inferior a 40° C (Alcohol, éter, nafta, benzol, acetona).

* *Inflamables de 2ª categoría*: Materias que pueden emitir vapores que mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles; su punto de inflamación momentánea está comprendido entre 40° y 120° C (kerosene, aguarrás, ácido acético).

RIESGO 3

* Muy combustibles: Materias que expuestas al aire, pueden ser encendidas y continúan ardiendo una vez retirada la fuente de ignición, sin necesidad de aumentar el flujo de aire (Hidrocarburos pesados, madera, papel, carbón, tejidos de algodón).

RIESGO 4

* *Combustibles*: Materias que pueden mantener la combustión aún después de suprimida la fuente externa de calor; por lo general necesitan una proporción de aire algo superior a la normal; en particular se aplica a aquellas materias que pueden arder en hornos apropiados a altas temperaturas y a la vez están integradas por hasta un 30% de su volumen por materias muy combustibles (determinados plásticos, cueros, lanas, madera y tejido de algodón con retardadores, productos complejos, etc).

RIESGO 5

* *Poco combustibles*: Materias que se encienden al ser sometidas a altas temperaturas, pero cuya combustión invariablemente cesa al ser apartada la fuente de ignición (celulosas artificiales).

RIESGO 6

* *Incombustibles*: Materias que al ser sometidas al calor o llama directa, pueden sufrir cambios en su estado físico, acompañados o no por reacciones químicas endotérmicas, sin formaciones de materia combustible alguna (hierro, plomo, etc)

RIESGO 7

* *Refractarias*: Materias que al ser sometidas a alta temperatura, hasta 1500° C aún durante períodos muy prolongados no alteran ninguna de sus características físicas o químicas (amianto, ladrillos cerámicos, productos de fumistería, etc).

CONDICIONES DE EXTINCION

Las *condiciones de extinción*, constituyen el conjunto de exigencias destinadas a suministrar los medios que faciliten la extinción de un incendio en sus distintas etapas.

Para determinar las condiciones de extinción a aplicar, deben considerarse las distintas actividades predominantes y la probabilidad de gestación y desarrollo de fuego en los edificios, sectores o ambientes de los mismos, de acuerdo a los cuadros 1 y 2 V establecidos por las Normas del Código Municipal de la Ciudad de Buenos Aires.

CUADRO 1-V Protección contra incendio

Usos		Riesgo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Vivienda Residencia Colectiva		3									
Comercio	Banco, Hotel	3								●	
Comercio	Actividades Administrativas	3								●	
Comercio	Locales Comerciales	2	Satisfacerá lo indicado en depósito de inflamables								
Comercio	Locales Comerciales	3				●					
Comercio	Locales Comerciales	4								●	
Comercio	Galería Comercial	3				●					
Comercio	Sanidad y Salubridad	4								●	
Industria		2	Satisfacerá lo indicado en depósito de inflamables								
Industria		3			●						
Industria		4				●					
Depósitos de garrafas		1	●								
Depósitos		2									
Depósitos		3			●						
Depósitos		4				●					
Educación		4								●	
Espectáculos y Diversiones	Cine, Teatro, Más 200 loc.	3	●	●							
Espectáculos y Diversiones	Televisión	3			●						
Espectáculos y Diversiones	Estadio	4					●				
Espectáculos y Diversiones	Otros rubros	4				●					
Actividades Religiosas		4									
Actividades Culturales		4								●	
Automotores	Estación de Servicio-Garage	3							●		
Automotores	Industria-Taller Mecánico-Pintura	3							●		
Automotores	Comercio- Depósito	4				●					
Automotores	Guardia Mecanizada	3						●			
Aire Libre (Exclusivo playas de estacionamiento)	Depósitos e Industrias	2									●
Aire Libre (Exclusivo playas de estacionamiento)	Depósitos e Industrias	3									●
Aire Libre (Exclusivo playas de estacionamiento)	Depósitos e Industrias	4									●

Nota importante: Para el desarrollo de los proyectos deben tenerse en cuenta las exigencias en cuanto a la situación y construcción adecuadas los riesgos de incendio que también se establecen en las Normas del Código Municipal de la Ciudad de Buenos Aires.

CUADRO 2 - V Anexo al cuadro de protección contra incendio (Cuadro 1 - V)

Usos señalados en el Cuadro de Protección Contra Incendio	Comprende
Vivienda Residencia Colectiva	Casa de Familia - Casa de Departamentos
Banco	Cooperativa de Crédito - Entidades Financieras - Crédito de Consumo.
Hotel	Hotel en cualquiera de sus denominaciones. Casas de Pensión - Edificios del Estado - Seguridad - Oficinas Privadas - Casas de Escritorio.
Actividades Administrativas	Edificios del Estado - Seguridad - Oficinas Privadas - Casas de Escritorio.
Sanidad y Salubridad	Policlínico - Sanatorio - Preventorio - Asilo - Refugio - Maternidad y Clínica - Casas de Baños - Caridad.
Educación	Institutos de Enseñanza - Escuela - Colegio - Conservatorio - Guardería Infantil.
Espectáculos y Diversiones (otros rubros)	Casa de Baile - Feria - Microcine - Circos (cerrados) - Club - Asociación Deportes.
Actividades Culturales	Biblioteca - Archivo - Museo - Auditorio Exposición - Estudio Radiofónico - Salas de Reuniones.

Condiciones generales

Cuando un nivel donde se desarrolla actividad se encuentra a más de 10 m sobre el nivel oficial del predio debe dotarse de boca de impulsión.

Todo edificio con más de 27 m. de altura y hasta 47 m. lleva una cañería de 64 mm de diámetro con llave de incendio en cada piso, rematado con una boca de impulsión en la entrada del edificio y conectada en el otro extremo con el tanque sanitario.

Si el edificio tiene más de 47 m. de altura total, medidos desde el nivel oficial del predio debe cumplir con la condición E1.

Independientemente de lo establecido en las condiciones específicas de extinción, todo edificio debe poseer matafuegos en cada piso, en lugares accesibles y prácticos que se indican en el proyecto respectivo, distribuidos a razón de uno por cada 200 m^2 o fracción de la superficie del piso (ver cuadro 3 V)

Salvo para los riesgos 6 y 7, desde el segundo sub-suelo inclusive, hacia abajo, se debe colocar un sistema de rociadores automáticos de modo que cubran toda la superficie del respectivo piso.

Toda pileta de natación, o estanque con agua, excepto el de incendio, cuyo fondo se encuentre sobre el nivel oficial del predio, de capacidad no menor a 30 m^3, debe equiparse con una cañería de 76 mm de diámetro, que permita tomar su caudal desde el frente del inmueble, mediante una llave doble de incendio de 63,5 mm de diámetro.

Toda obra en construcción que supere los 25 m. de altura, debe poseer una cañería provisoria de 64 mm de diámetro interior, que remate en una boca de impulsión situada en la Línea Municipal. Además debe tener como mínimo una llave de 64 mm en cada planta, en donde se realicen tareas de armado del encofrado.

Condiciones específicas

Las condiciones específicas de extinción son caracterizadas con la letra E seguida de un número de orden, como se consigna en el cuadro 1-V.

Estas condiciones son las siguientes:

CONDICION E 1:

Debe haber un *servicio de agua contra incendio,*

El número de bocas en cada piso, debe ser el cociente de la longitud de los muros perimetrales de cada cuerpo de edificio expresados en metros dividido por 45. Se consideran enteras las fracciones mayores que 0,5. De esa manera:

$$N° \text{ bocas} = \frac{\text{Perímetro}}{45}$$

En ningún caso la distancia entre bocas debe exceder de 30 m.

Cuando la presión de la red general de la ciudad no sea suficiente, el agua debe provenir de cualquiera de estas fuentes:

* De tanque elevado de reserva, cuyo fondo debe estar situado con respecto al solado del último piso, a una altura tal que asegure la suficiente presión hidraúlica para que el chorro de agua de una manguera de la instalación de incendio en esa planta, pueda batir el techo de la misma y cuya capacidad es de 10 litros por cada metro cuadrado de superficie de piso, con un mínimo de 10 m^3 y un máximo de 40 m^3 por cada 10.000 m^2 de superficie cubierta.

Cuando se excede esta superficie se debe aumentar la reserva en la proporción de 4 litros por metro cuadrado hasta totalizar una capacidad tope de 80 m^3 contenida en tanques no inferiores a 20 m^3 de capacidad cada uno.

* Un sistema hidroneumático que asegure una presión mínima de 1 kg/cm^2 descargada por boquillas de 13 mm. de diámetro interior en las bocas de incendio del piso más alto del edificio; cuando exista causa debidamente justificada para que el tanque elevado pueda ser reemplazado por este sistema.

En actividades predominantes o secundarias cuando se demuestre la inconveniencia de este medio de extinción, se puede autorizar su sustitución por otro distinto de igual o mayor eficacia.

CONDICION E2:

Debe haber un tanque cuya capacidad sea un 25% mayor que la necesaria para el servicio total del edificio y nunca inferior a 20 m3.

El nivel del fondo del tanque debe estar a no menos que 5 m por encima del techo más elevado del local, que requiera esta Condición.

El número de bocas y su distribución debe ser el adecuado. Las mangueras de las salas deben tener una longitud que permita cubrir toda la superficie del piso.

Se instalan sistemas de lluvias o rociadores, de modo que cubran el área del escenario y deben tener elementos paralelos al telón de seguridad.

CONDICION E3:

Cada sector de incendio o conjunto de sectores de incendio comunicados entre si con superficie cubierta mayor que 600 m^2 debe cumplir la Condición E1, la superficie citada se reduce a 300 m en subsuelos.

CONDICION E4:

Cada sector de incendio o conjunto de sectores de incendio comunicados entre sí con superficie de piso acumulada mayor que 1.000 m^2 debe cumplir la Condición E1.

La superficie citada se reduce a 500 m^2 en subsuelos.

CONDICION E5:

En los estadios abiertos o cerrados con más de 10.000 localidades se coloca un servicio de agua a presión, satisfaciendo la Condición E1.

CONDICION E6:

Se realiza una conexión directa de 76 mm con la red externa.

CONDICION E7:

Debe cumplir la Prevención E1 si el uso posee más de 500 m^2 de superficie cubierta

sobre el nivel oficial del predio o más de 150 m^2 si está bajo nivel de aquél y constituyendo sótano.

CONDICION E8:

Si el uso tiene más de 1500 m^2 de superficie cubierta, debe cumplir con la Prevención E1. En subsuelos la superficie se reduce a 800 m^2. Debe haber una boca de impulsión.

CONDICION E9:

Los depósitos e industrias de riesgo 2,3 y 4 que se desarrollan al aire libre, deben cumplir la Condición E1, cuando posean más de 600, 1000 y 1500m^2 de superficie de predio o suma de la de los predios catastrales sobre los cuales funcionan, respectivamente.

Cuando un mismo uso, constituyendo un sector de incendio ocupa subsuelo/s y piso/s superior/es, a los efectos de la aplicación de las Condiciones E3, E4. E7, o E8, según corresponda, se adiciona a la superficie cubierta del subsuelo, 1 m^2 por cada 2m^2 de la superficie cubierta ocupada por ese uso en otra planta, o viceversa.

Requisitos particulares para depósitos de inflamables

Los depósitos de inflamables, exceptuando los tanques subterráneos, deben ajustarse a los siguientes requerimientos particulares:

* Para más de 200 litros y hasta 500 litros de inflamables de primera categoría o sus equivalentes:
Debe estar equipado con cuatro matafuegos de CO_2 de 3,5 kg de capacidad cada uno, emplazados a una distancia no mayor de 10 m.
* Para más de 500 litros y hasta 1.000 litros de inflamable de primera categoría o sus equivalentes:
La instalación de extinción debe constar de equipo fijo de CO_2 de accionamiento manual externo o un matafuego a espuma mecánica, sobre ruedas, de 150 litros de capacidad, según corresponda.
* Para más de 1000 litros y hasta 10.000 litros de inflamables de primera categoría o sus equivalentes:
La instalación de extinción debe estar equipada con dos líneas de 63,5 mm. de diámetro interior, y boquilla de niebla a una presión de 4 kg/cm^2 en posible servicio simultáneo si posee más de 5000 litros; en caso contrario se provee una sola línea, y además en ambos casos, matafuegos adecuados.

Selección de matafuegos.

Para la selección de matafuegos, en el cuadro 3 V se indican las condiciones orientativas.

CUADRO 3 - V Selección de Matafuegos

Usos		Riesgo	Tipo: Agua	Tipo: Polvo	Tipo: CO_2	Distancia a Recorrer	Observaciones
Vivienda Resid. Colectiva		3	—	5 kg	10kg	15	
Comercio	Banco Hotel	3	—	5 kg	10kg	15	
Comercio	Actividades Administrativas	3	—	5 kg	10kg	15	
Comercio	Locales Comerciales	2	—	10 kg	10kg	10	
Comercio	Locales Comerciales	3	—	5 kg	10kg	15	
Comercio	Locales Comerciales	4	—	2,5kg	5kg	15	
Comercio	Galeria Comercial	3	—	5 kg	10kg	15	
Comercio	Sanidad y Salubridad	4	—	5 kg	10kg	15	
Industria		2	—			10	Ver dep. infl.
Industria		3		10 kg		15	
Industria		4	—	5 kg	10kg	15	
Deposito Garrafas		1					
Depósitos		2				10	Ver dep. infl.
Depósitos		3	—	10 kg	—	15	
Depósitos		4	10 l.	5 kg	10kg	15	
Educación		4	10l.	2,5kg	5kg	20	
Espectáculos y Diversiones	Cine Teatro + 200 localid.	3	—	5 kg	10kg	15	
Espectáculos y Diversiones	Televisión	3	—	5 kg	10kg	15	
Espectáculos y Diversiones	Estadio	4	10 l.	2,5kg	5kg	20	
Espectáculos y Diversiones	Otros Rubros	4	10l.	2,5kg	5kg	20	
Actividades Religiosas		4	10l.	2,5kg	10kg	20	
Actividades culturales		4	10l.	5 kg	10kg		
Automotores	Estac. de Serv.	3	—	5 kg	10kg	15	
Automotores	Ind.Taller Mecánico.Pintura	3	—	5 kg	10kg	15	
Automotores	Comercio Depós.	4	10l.	2,5kg	5kg.	20	
Automotores	Guarda Mecan.	3	—	5 kg	10kg	15	
Aire Libre	Depósitos e Industrias	2				10	Ver dep. infl.
Aire Libre	Depósitos e Industrias	3	—	10 kg	—	15	
Aire Libre	Depósitos e Industrias	4	—	5 kg	10kg	15	

Notas: Debe colocarse como mínimo 1 matafuego cada 200 m^2.
El CO_2 (anhidrido carbónico) se considera poco efectivo para extinción de fuegos de combustibles sólidos como maderas, papeles, telas, gomas, plásticos, etc.
* No debe utilizarse matafuegos de agua donde existe riesgo de incendio de origen eléctricos.
* Los matafuegos manuales pueden reemplazarse hasta el 50% de su cantidad por equipos sobre rueda (carros) según las siguientes equivalencias:
Un carro de 50kg o litro equivale a 10 matafuegos de 10 kg o litro.

INSTALACIONES DE SERVICIOS DE AGUA CONTRA INCENDIOS

En todos los inmuebles donde las Ordenanzas Municipales lo exijan o eventualmente las autoridades competentes, debe instalarse servicios de agua contra incendio.

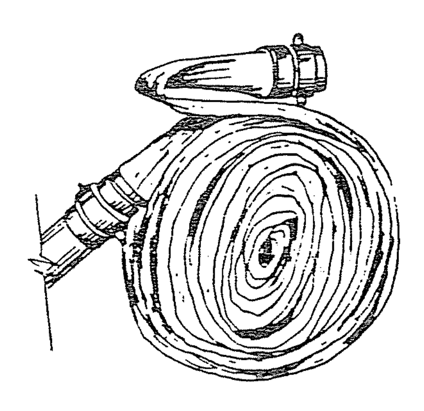
En la Ciudad de Buenos Aires, en el Código de la Edificación se establecen los requisitos que deben tener las instalaciones.

Por ejemplo se exige en locales comerciales, galerias, estadios, garages, bancos, hoteles, hospitales, escuelas, cines, teatros, etc, dependiendo de su importancia, superficie, y grado de riesgo. (Cuadros 1 y 2 V).

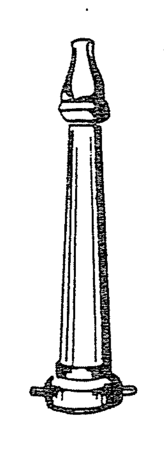
Cuando se exigen condiciones específicas de extinción se debe proyectar un servicio de agua contra incendio constituido por bocas de incendio en cada piso y accesorios (Figuras 1 a 3 V).

En las bocas se instalan los nichos conteniendo la lanza y la manguera.

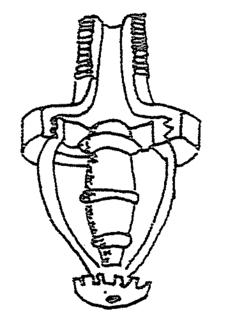
FIG. 1-V Accesorios servicio contra incendio.



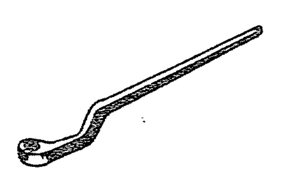
Manguera.Medidas : 64mm (2 1/2").



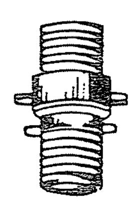
Lanza para incendio, medidas: 2 1/2" (64mm).



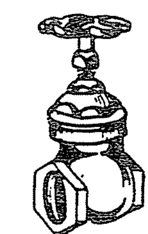
Rociadores automaticos "Sprinkler"



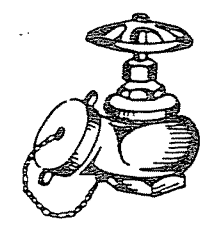
Llave para ajustar uniones y forzar puertas y ventanas, medidas: 64mm (2 1/2").



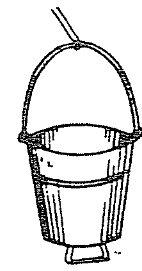
Unión doble de bronce de atar, medidas: 2 1/2"(64mm).



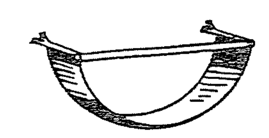
Válvula exclusa de bronce medida: 2 1/2" (64mm).



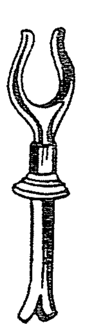
Válvula de incendio de bronce a brida, medidas: 2 1/2" a rosca.



Balde para incendio, capacidad 10 litros, en chapa Nº 18 con soporte para colgar.



Soporte media luna para manguera y lanza, medidas: 2 1/2" para mangueras de 20,25 y 30 m.



Soporte para lanza (par) medidas : 2 1/2" (64mm).

FIGURA 2-V. Nicho Metálico

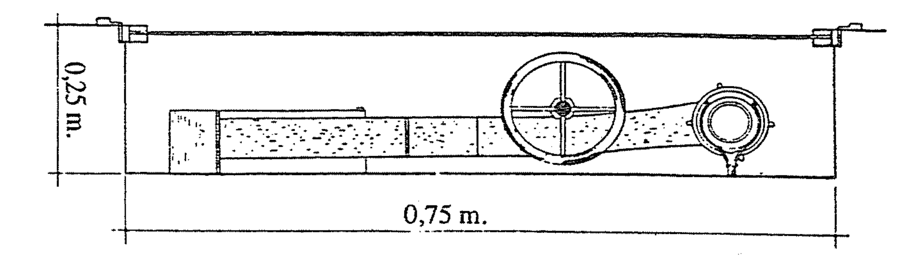
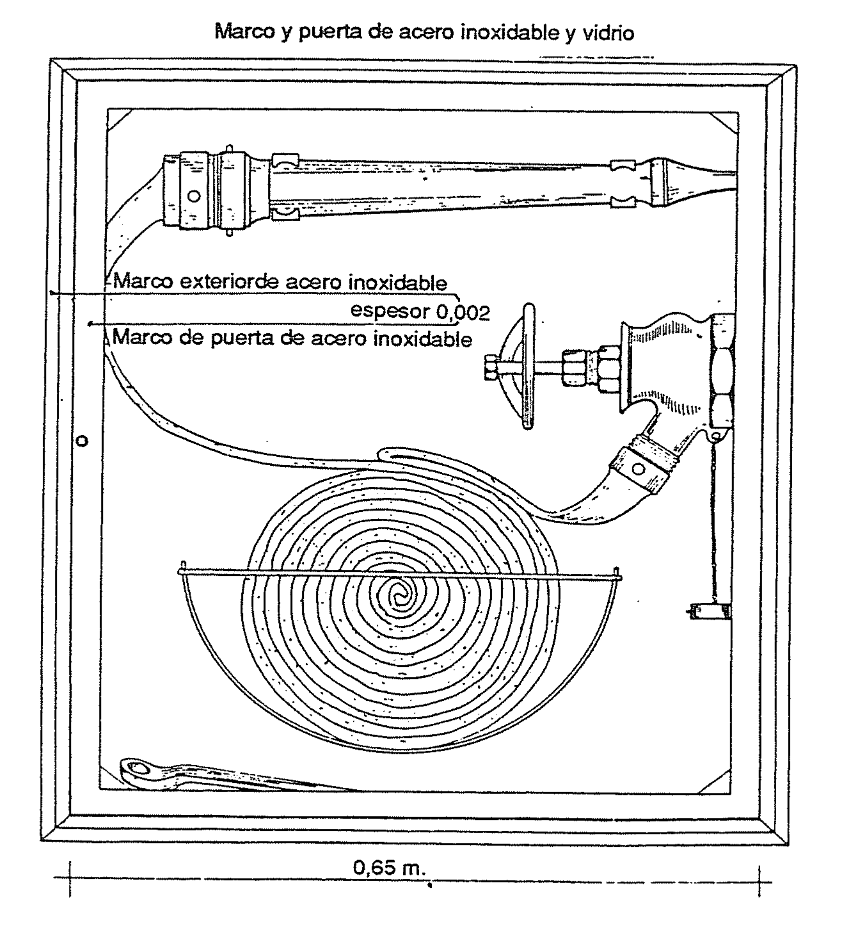


FIGURA 3 - V Marco y puerta de acero inoxidable y vidrio.



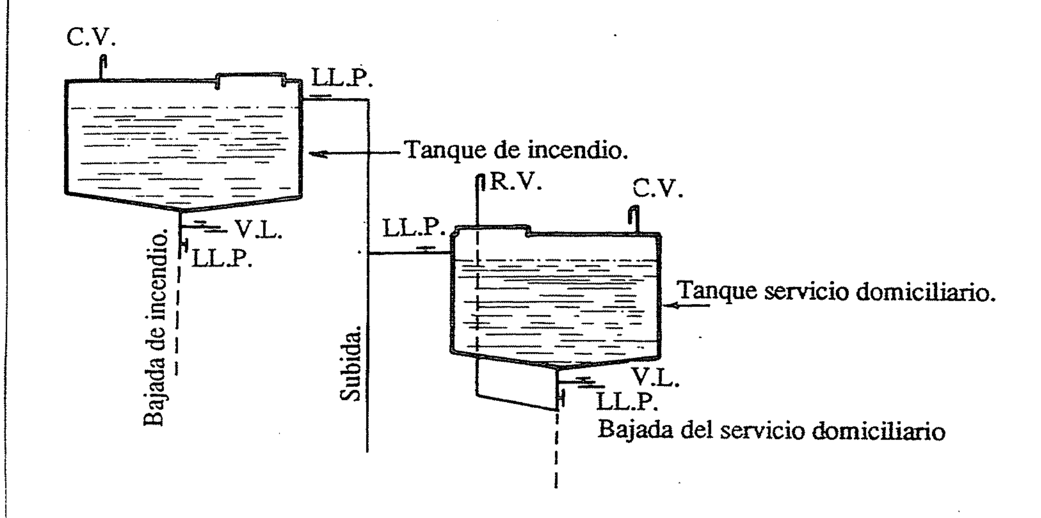
El suministro de agua contra incendio puede hacerse en forma directa o por medio de un tanque de almacenamiento de reserva cuando la presión no es suficiente.

La alimentación directa tiene la ventaja de disponer del agua de la red por un tiempo ilimitado. En cambio, tiene el inconveniente de que la presión en la red de distribución en el momento de la emergencia puede ser pequeña.

El tanque de reserva asegura el suministro de agua a la presión adecuada, pero solo por el tiempo limitado por la capacidad del agua almacenada.

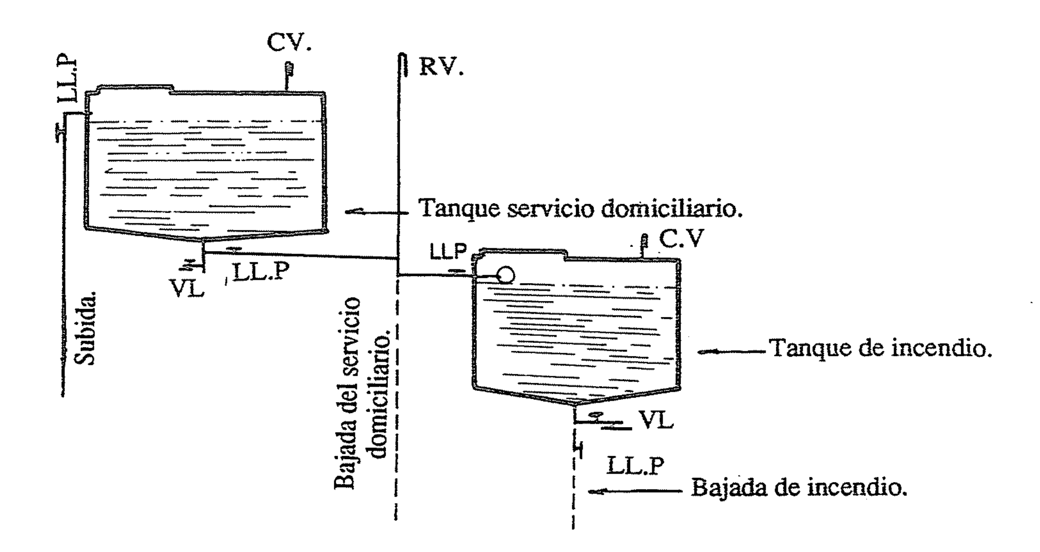
Cuando se dispone de servicio de incendio por medio de tanque de reserva o tanque de incendio exclusivo, puede derivarse de la cañería de alimentación al tanque de incendio, el ramal para surtir el agua al tanque del servicio domiciliario como se indica en la figura 4 V.

FIGURA 4 - V Tanque de incendio exclusivo alimentado directamente.



También se puede alimentar directamente al tanque domiciliario y desde éste hacerse la alimentación al tanque de incendio, según se muestra en la figura 5 V. En este caso el fondo del tanque domiciliario debe estar mas elevado que la tapa o ventilación del tanque contra incendio.

FIGURA 5 - V Tanque de incendio alimentado mediante tanque de reserva domiciliario.



Otro sistema consiste en utilizar un tanque único para ambos servicios.(figura 6 V y 7 V), denominado *tanque mixto*.

En tal caso la capacidad del tanque debe ser suficiente como para almacenar el volumen de agua de reserva para el incendio y el requerido para los servicios sanitarios.

El Reglamento del Código Municipal de la Ciudad de Buenos Aires, establece que la capacidad mínima del tanque unificado o mixto debe ser la siguiente:

$$V = V_1 + 0{,}5\ V_2$$

Donde: V: Capacidad mínima del tanque (m3);
V_1: Capacidad mínima requerida para el destino mas exigente (m3);
V_2: Capacidad correspondiente al destino menos exigente (m3).

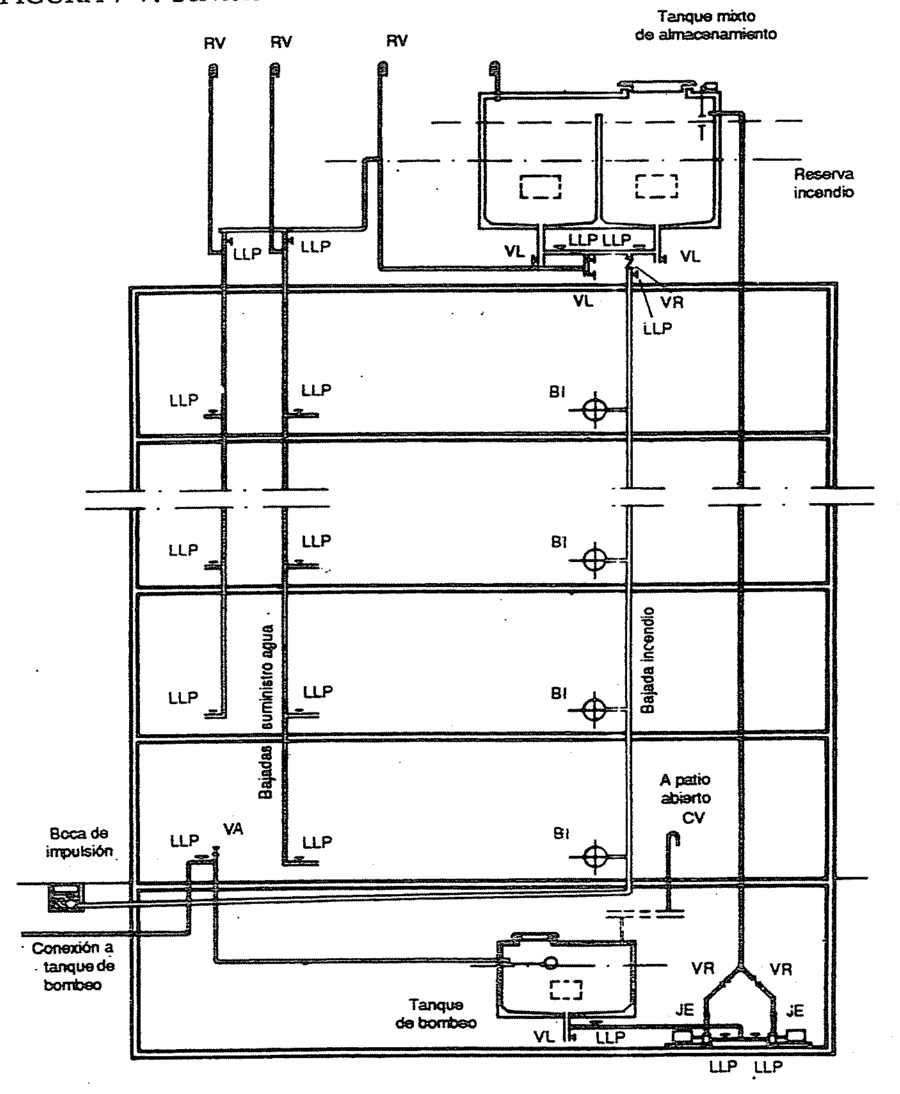
La cañería de bajada parte del fondo del tanque y debe subir por un costado hasta un nivel tal que permita almacenar el volumen previsto para incendio.

FIGURA 6 - V Tanque mixto

De esta manera cuando sale el agua por dicha cañería y el nivel en el tanque llegue al del sifón, entra aire y evita que salga mas agua, manteniendose de esa manera la reserva prevista para incendio.

Las cañerías de bajada de alimentación de incendio pueden ser de hierro galvanizado, latón o bronce y se instalan como se indica en la figura 7 V.

FIGURA 7-V. Servicio mixto



Un inconveniente importante en los servicios mixtos, es que *al necesitar almacenar más cantidad de agua,* generalmente se suele superar la capacidad máxima permitida de almacenamiento de agua potable que es del 50% mayor que el consumo diario, por lo que debería asegurarse una permanente renovación de la misma, a fin de evitar posibles contaminaciones.

EQUIPO DE BOMBEO PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO

El suministro de agua contra incendio puede efectuarse mediante un equipo de bombeo automático, según el esquema de montaje indicado en la figura 8-V. Está compuesto básicamente por una bomba principal con motor eléctrico, una bomba de reserva accionada por motor diesel con capacidad igual a la principal y una bomba auxiliar denominada *jockey* (piloto) que es siempre eléctrica y de pequeño caudal para mantener la red presurizada, apoyada mediante un tanque hidroneumático que actúa como fuelle o pulmón, para detectar mediante presiostatos las fluctuaciones de presiones en la red.

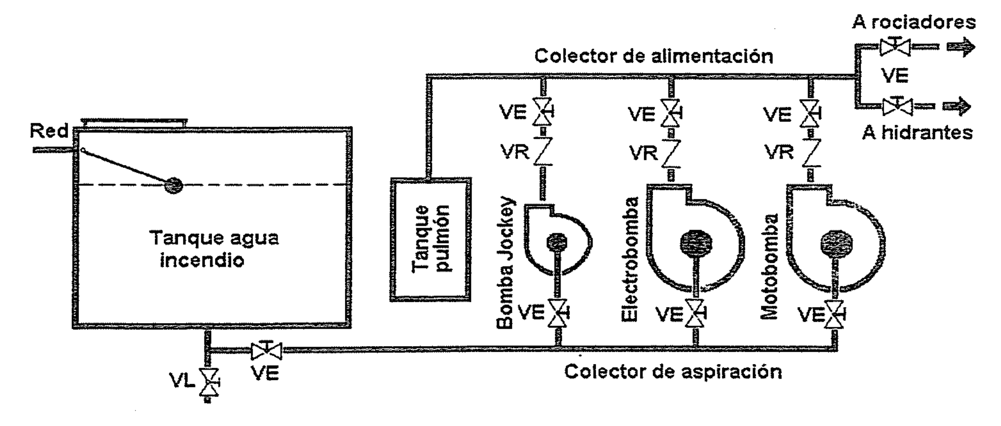


FIGURA 8-V. Esquema básico de sistema de bombeo para incendio

Cuando en caso de incendio se acciona un rociador o un hidrante y se produce la descarga de agua en algún punto de la red, la bomba jockey arranca automáticamente al producirse una reducción de la presión en el sistema. Si el incendio se incrementa, sumándose la actuación de otros dispositivos de extinción, se produce un aumento del caudal circulante y cuando la bomba jockey resulta insuficiente y disminuye la presión hasta un valor mínimo predeterminado, se pone en marcha automáticamente la bomba eléctrica principal diseñada para la capacidad total, la que sólo se podrá detener por acción manual.

La alimentación eléctrica a las bombas debe realizarse mediante una línea independiente de la general del edificio, para que no sea afectada por el corte del suministro eléctrico en caso de incendio. Además, como seguridad en caso de falta de energía, se debe instalar en paralelo *otra motobomba principal diesel* con batería de arranque. Una alternativa, es el montaje de otra bomba eléctrica principal, alimentada desde un grupo electrógeno.

Sistemas de rociadores o splinkler

Cuando se emplean simultáneamente para la extinción bocas de incendio y splinkler cuya característica se puede ver en la figura 1-V anterior, debe sumarse para determinar la capacidad de agua del tanque de almacenamiento de incendio, *un valor de 5 litros por* m^2 *de área servida.*

Para determinar el número de rociadores existen normas que estipulan su emplazamiento dependiendo de muchos factores, de acuerdo al tipo de construcción y riesgo a proteger. Puede considerarse para estimación de un área confiable de protección, *una superficie de alrededor de 9 a 12* m^2 por cada rociador. En áreas de garaje se puede admitir hasta 18 m^2.

Las cañerías en general son de hierro galvanizado y su diámetro mínimo es de 25mm (1"). Los diámetros de las cañerías pueden estimarse en función de número de splinker alimentados, de acuerdo a la tabla del cuadro 4-V.

CUADRO 4-V. Tabla cálculo cañerías splinkler

Φ Cañerias mm (")	Nº de splinkler
25 (1")	2
32 ($1^{1/4}$")	3
38 ($1^{1/2}$")	5
51 (2")	10
64($2^{1/2}$")	30
76(3")	36
100(4")	62
125(5")	112

PARTE II

SISTEMAS DE EVACUACION DE AGUAS SERVIDAS CLOACALES Y PLUVIALES

CAPITULO VI

DESAGÜES CLOACALES

ELIMINACION DE EFLUENTES.

Las instalaciones de desagüe cloacal constituye una de las partes mas importantes de los servicios de saneamiento, y tiene por objeto la rápida y segura eliminación de los líquidos residuales y emanaciones provenientes de la descomposición de los efluentes constituídos por los desechos y aguas servidas.

Los métodos para la eliminación de los efluentes de los edificios se pueden realizar basicamente en dos formas :

* Sistema estático.
* Sistema dinámico.

El *sistema estático* consiste en reunir los líquidos o desechos residuales, en depósitos como cámaras sépticas, pozos negros absorbentes, pozos impermeables, etc.

El *sistema dinámico* por el contrario, envía los afluentes a colectoras, que consisten en cañerías con cierta pendiente que los permiten alejar rápidamente, para su posterior tratamiento y eliminación. O sea que consiste en conectar el edificio a un sistema centralizado de tratamiento del líquido residual.

SISTEMA ESTATICO

Este sistema es obligatorio en zonas carentes de red de desagüe cloacal y su eficacia es relativa, ya sea desde el punto de vista higiénico como desde el económico.

Con frecuencia se construyen pozos absorbentes que reciben el desagüe cloacal sin someterlo a ningún tratamiento previo y las materias en suspensión rápidamente colman la porosidad del terreno, perdiendo las paredes su propiedad absorbente. Se llena entonces el pozo rápidamente, debiendose proceder al desagote por medio de tanques atmosféricos con la consiguiente molestias y perjuicios.

La adopción de la *cámara séptica* anteponiendola al pozo absorbente, ha logrado mejorar la solución en los lugares donde la dimensión del terreno lo permite.

Para conjuntos de edificios con una población importante debe estudiarse el problema con más profundidad a fin de determinar cual es la planta de tratamiento adecuada.

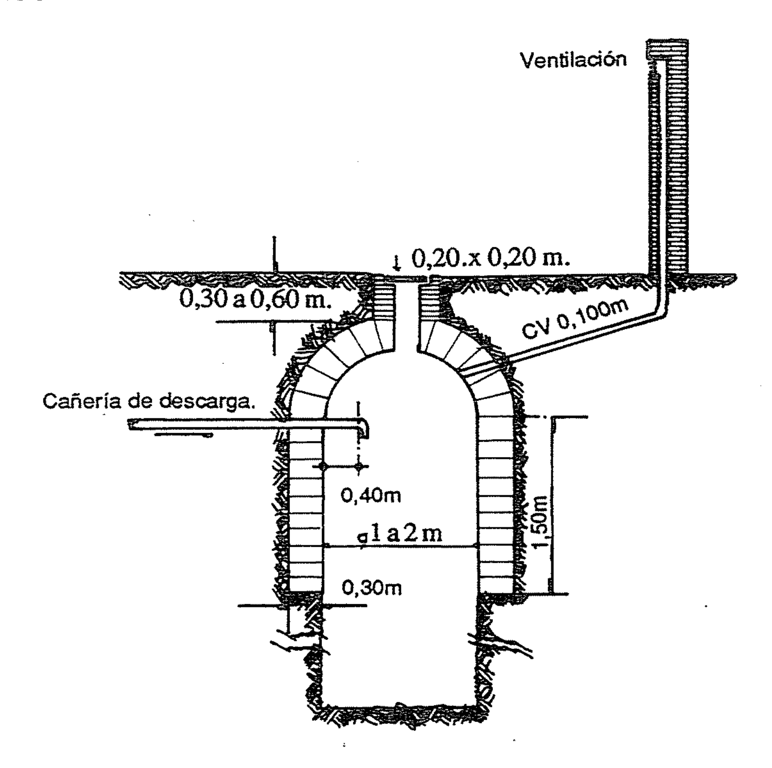
Pozo absorbente:

Se aconseja cuando la instalación es pequeña y el terreno poroso. Estos pozos deben estar alejados como mínimo 1,50m de líneas divisorias del terreno y deben instalarse como mínimo a 10 metros de cualquier pozo de captación de agua propio o lindero.

La profundidad del pozo puede llegar hasta la napa freatica y su fondo no debe alcanzar el estrato impermeable que sirve de lecho a la primera napa semisurgente.

En la figura 1 VI se detallan las características constructivas del pozo absorbente.

FIGURA 1 - VI Pozo absorbente.



Cámara séptica

La cámara septica es un elemento destinado a la depuración de los efluentes cloacales de un edificio.

Consta de un recinto donde se produce una sensible reducción del líquido residual, produciendo la sedimentación de gran parte de la materia sólida, que se deposita o decanta en el fondo, actuando entonces la cámara como *sedimentador o decantador*.

Esta materia sedimentada es consumida por las baterias *anaeróbicas* que viven o se reproducen sin aire, provocando la descomposición de la materia órganica y liberando en ese proceso el oxigeno contenido en la substancia.

En este proceso de disgestión se transforma la materia orgánica en mineral que de esa forma pasa a ser integrante de la masa líquida o quedando en suspensión en ella, abandonando de esa forma la cámara.

Por otra parte las substancias en suspensión forman en la parte superior un espesor de materia que suele denominarse *crosta*, que sirve de aislante con respecto al oxigeno, para permitir que en la parte inferior de la cámara se efectúe una mejor actividad bacteriana anaeróbicas, cuyo espesor debe ser de aproximadamente 10 cm.

El aire de la parte superior de la cámara y el oxígeno desprendido por la bacterias anaeróbicas, permiten que sobre dicha capa superior actuen intensamente bacterias que se denominan *aeróbicas*, porque se desarrollan y reproducen en contacto con el oxigeno del aire. Esta acción de las bacterias aeróbicas permiten que se autodepure la materia orgánica en suspensión.

El Código Municipal de la Ciudad de Buenos Aires prescribe que la cámara séptica debe estar construida por lo menos en dos secciones, con objeto de asegurar la continuidad de su funcionamiento cuando se separa o limpia una de ellas.

Sin embargo en las aplicaciones prácticas de instalaciones pequeñas para viviendas suelen construirse de una sola sección.

Debe evitarse enviar a la cámara séptica elementos que pueden obstruir dicha cámara que no son consumidos por las bacterias, asi como descarga de elementos que pueden matarlas como ácidos, desinfectantes, soluciones jabonosas, detergentes, etc.

Por otra parte muchas veces las descargas de artefactos se producen en forma intermitente y con variaciones notables del caudal lo que provoca que los líquidos no salgan de la cámara con las condiciones óptimas de pureza.

La tapa o cubierta de la cámara séptica debe contar con una boca de acceso de ajuste hermético y de fácil movimiento para su remoción con objeto de efectuar su limpieza con el retiro de los barros depositados, o eventuales reparaciones.

Pueden adoptarse para el diseño las características que establece el Código Municipal de la Ciudad de Buenos Aires y que se indican en el cuadro 1 VI.

CUADRO 1-VI. Datos para diseños de cámaras sépticas.

— Capacidad mínima 750 litros.
- * Hasta 10 personas ....250 litros / persona.
- * De 11 a 50 personas ....200 litros / persona.
- * Mas de 50 personas ....150 litros / persona.

— Altura del líquido comprendido entre 1 y 3 metros.
— Nivel superior del líquido y cara inferior de las cubierta 0,20 m.
— Ventilación a la atmósfera con conducto de 0,10m. mínimo.
— Conducto de entrada de aguas servidas sumergido en el líquido a una profundidad entre 0,40 y 0,80 m.

DIMENSIONAMIENTO DE UNA CAMARA SEPTICA FAMILIAR

Se parte de un caudal diario aproximado de 250 litros por persona de efluente, compuesto en forma aproximada, de la siguiente manera:

Desechos de cocina	40 l / día persona.
Desechos sanitarios	80 l / día persona.
Desechos ducha, lavado	70 l / día persona.
Desechos lavado, ropa	60 l / día persona.
Total	250 l / día persona.

Se fija una permanencia en la cámara de 24 horas mínimo para que la acción de las bacterias permitan desarrollar el proceso de biodigestión.

Volumen de efluente diario para la cantidad de personas de la vivienda. (V).

$$V = 0{,}25\ n \quad (m^3)$$

Donde:

V : volumen diario de efluentes (m^3);
0,25 : 250 litros/ día persona = 0,25 m^3/ día persona;
n : número de personas.

En general debe tenerse en cuenta un factor de simultaneidad en virtud de la probabilidad estadística de que cuando aumenta el número de habitantes, se reduce el volumen de desechos global por personas, pudiendose adoptar el criterio indicado en el cuadro 1 VI a fin de reducir el volumen de efluentes. Por ejemplo para mas de 10 personas se reduce el volumen a 200 litros diarios por persona.

Volumen de la crosta superior (Vc).

La crosta superior está constituidos por los sólidos no decantables, cuyo principal componente es la materia fecal.

El promedio de materia sólida en los efluentes puede estimarse en 0,5kg/día por persona, siendo su peso específico aproximadamente 1 kg/dm³.

Si se estiman 30 días la permanencia en la cámara, el volumen de sólidos no decantables vale:

$$Vc = \frac{n \times 30 \text{ días} \times 0{,}5 \text{ kg / día}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0{,}015\ n \quad (m^3)$$

Siendo :

Vc: volumen de la crosta (m^3).

Superficie de la cámara (S).

Suponiendo que un espesor mínimo de crosta e de 10 cm = 0,1 m

$$S = \frac{Vc}{e} = \frac{0{,}015\ n\ (m^3)}{0{,}1\ m} = 0{,}15\ n \quad (m^2)$$

Altura del líquido (h).

La altura del líquido o tirante libre vale:

$$h = \frac{V}{S} = \frac{0{,}25\ n\ (m3)}{0{,}15\ n\ (m^2)} = 1{,}66\ m$$

EJEMPLO

Supóngase una vivienda familiar compuesta por cinco personas, las dimensiones de la cámara séptica serán:

* *Superficie*: S = 0,15 n = 0,15 x 5 = 0,75 m^2
* *Dimensiones:* en base a esta superficie puede construirse la cámara de 1m x 0,75 m, con un tirante libre de1,66 m.
* *La profundidad total* de la cámara, considerando el sedimento inferior de 20 cm., la crosta superior de 10 cm. y un espacio mínimo entre el efluente y la tapa superior de 20 cm., puede estimarse en 2,20 m.

Las características constructivas son las indicadas en la figura 2 VI construídas generalmente en mampostería de 0,30 m u hormigón de 10 cm de espesor, con revoque de cemento impermeable instalandose enterrada lo que la protege termicamente de los dias frios que puedan afectar la depuración de las bacterias.

La entrada se realiza con un caño de 0,100 m, sumergido en el líquido y ramal a 90º, mientras que la salida se efectúa colocando un tabique sumergido en una profundidad de 0,40 a 0,80 m, con una altura que sobrepase el nivel del líquido y del ancho de la cámara. En casos especiales puede colocarse rejas que detengan los efluentes sólidos gruesos antes de su disolución.

En general existen cámaras sépticas prefabricadas de dimensiones estandart, que permiten simplificar la ejecución en obra con buenos resultados prácticos.

En la figura 3 VI se muestra un esquema de montaje de una cámara séptica en un edificio.

FIGURA 2-VI.Cámara séptica.

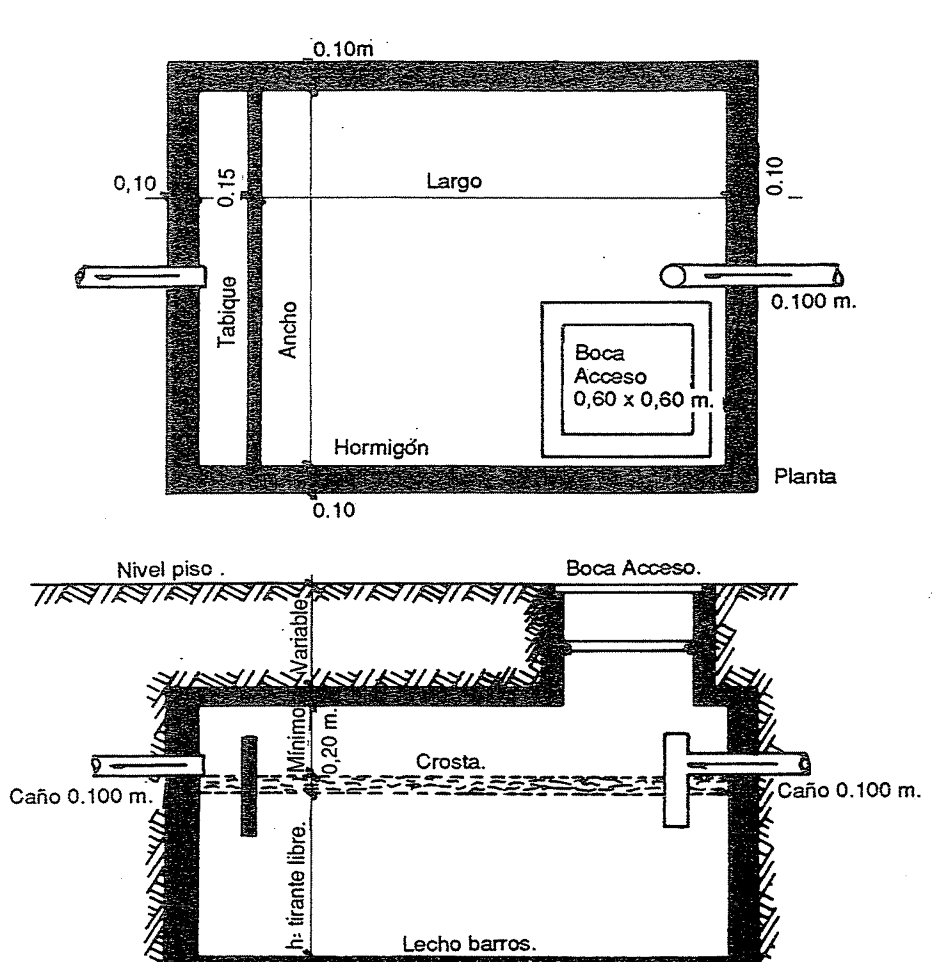
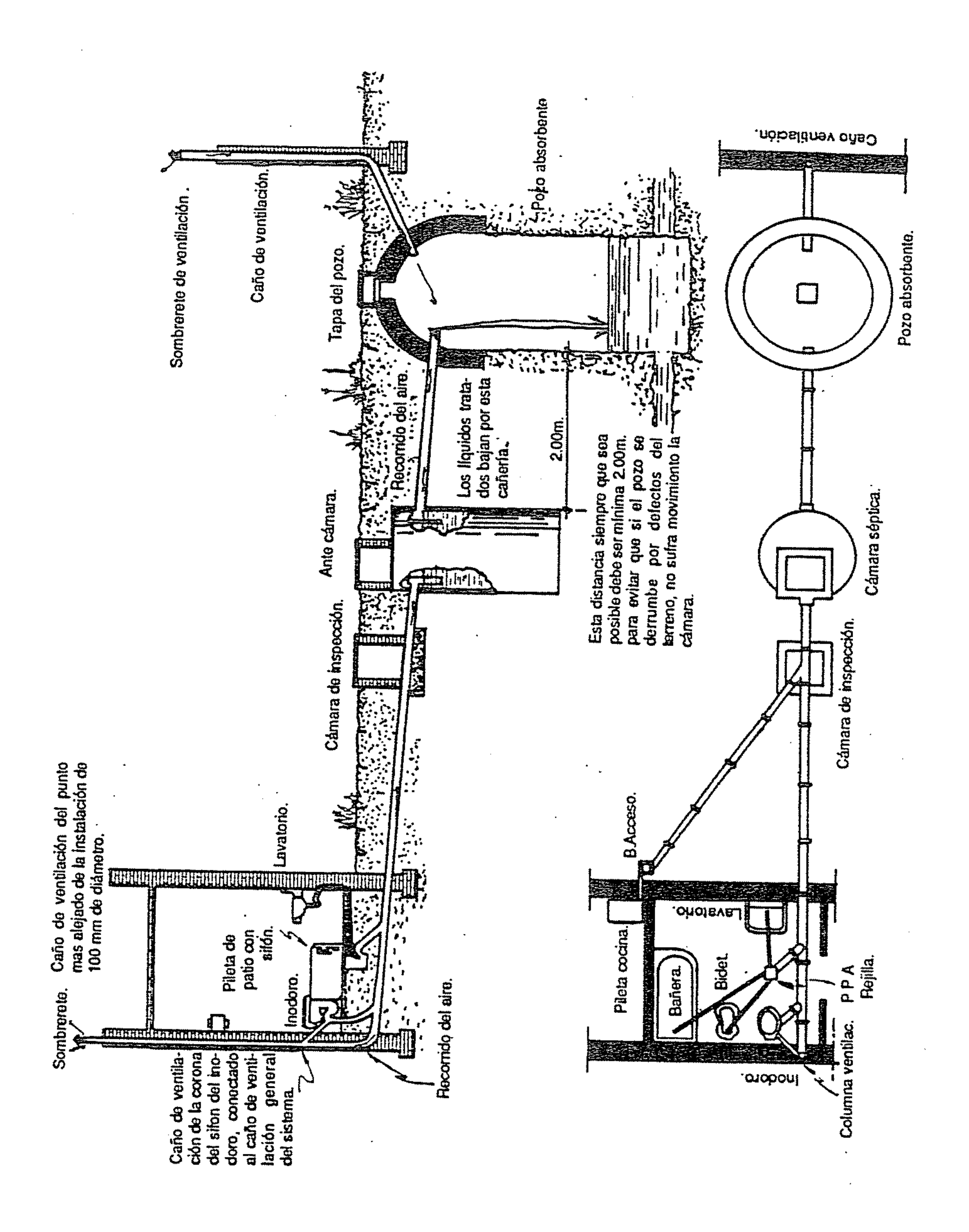


FIGURA 3 - VI Esquema de instalación de una cámara séptica.



Lechos filtrantes.

Cuando por las características del terreno, por su poca capacidad de filtración o por estar muy alta la capa freática, resultan insuficientes los pozos absorbentes, se complementan los mismos mediante la aplicación de *lechos filtrantes o zanjas de drenaje*. Estos lechos filtrantes son construidos según se indica en la figura 4 VI por caños de hormigón o barro cocido o material equivalente de 0,10m de diámetro, colocados sobre un manto absorbente de carbonilla o cascotes de ladrillo, a juntas abiertas.

De esa manera el líquido efluente de la cámara séptica recorre la cañería colocada sin juntas, escurriendo parte por las separaciones hacia el manto inferior absorbente y parte circula por el caño hasta descargar en el pozo absorbente, segun se muestra en la figura 5 VI.

La descarga al pozo absorbente no se efectúa directamente, sinó que se interrumpe aproximadamente 1 m. antes, a fin de aumentar la eficiencia del lecho.

El lecho efectúa además una acción microbiana aeróbica, sufriendo un proceso de depuración debido a la circulación de aire que se establece por la cañería de ventilación del pozo y de la cámara, contribuyendo además los microorganismos de la tierra, la absorción del terreno y los vegetales.

La longitud no debe ser mayor de 30 metros con una pendiente del lecho de aproximadamente 1 cm por metro.

La profundidad de la zanja debe ser por los menos de 45 cm, con un ancho variable de 45 cm en la parte inferior y 60 cm en la superior.

El espesor de la capa absorbente se realiza como mínimo en 1 metro.

CUADRO 2 - VI Areas de absorción necesarias para vivendas.

Tiempo necesario para que el agua baje 2.5cm en minutos.	Area de absorción necesaria en m^2 por dormitorios usando zanjas corrientes o pozos absorbentes.
1 ó menos	6.50
2	8.00
3	9.30
4	10.70
5	11.60
10	15.20
15	17.60
30	23.30
45	28.00
60	30.50

Referencias:

* En todo caso deberá proveerse suficiente área para 2 dormitorios como mínimo.
* El área de absorción se calcula como el áreadel fondo de la zanja.
* El área de absorciónpara los pozos absorbentes se calcula como el área efectiva de las paredes del pozo bajo el tubo de admisión.
* Es inadecuado el terreno para los pozos absorbentes si excede los 30 minutos.
* Es inadecuado para sistemas de absorción si excede de 60 minutos.

La longitud a adoptar va a depender del tipo de terreno en cuanto a absorción. La tabla del cuadro 2 VI indica el área de absorción necesaria en m^2/por dormitorio de la vivienda, que debe tener el pozo absorbente y el lecho filtrante, lo que está directamente vinculada al tiempo en minutos para que el agua baje 2,5 cm.

El área necesaria es la del pozo absorbente, paredes bajo el tubo de admisión, mas el área total de la zanja.

Como norma práctica para terrenos de absorción normal puede considerarse 1 metro por persona, debiendo tener como mínimo 5 metros.

FIGURA 4 - VI Corte de un lecho filtrante o zanja de drenaje.

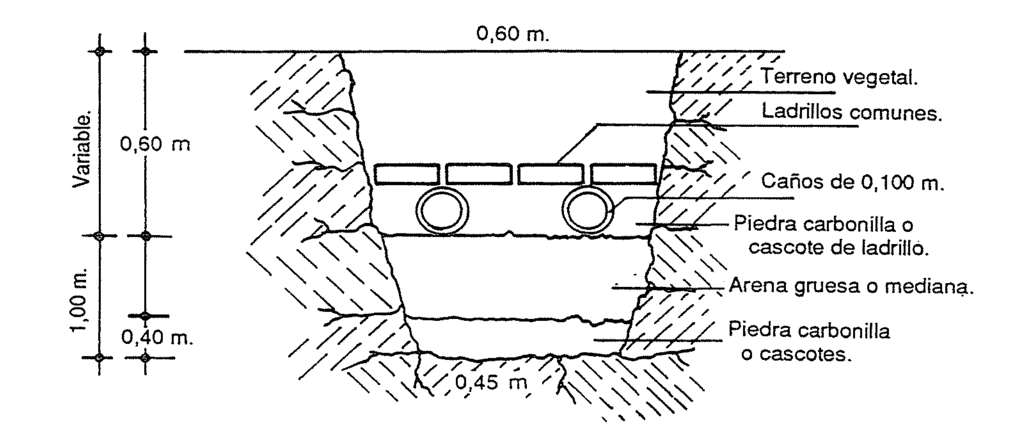
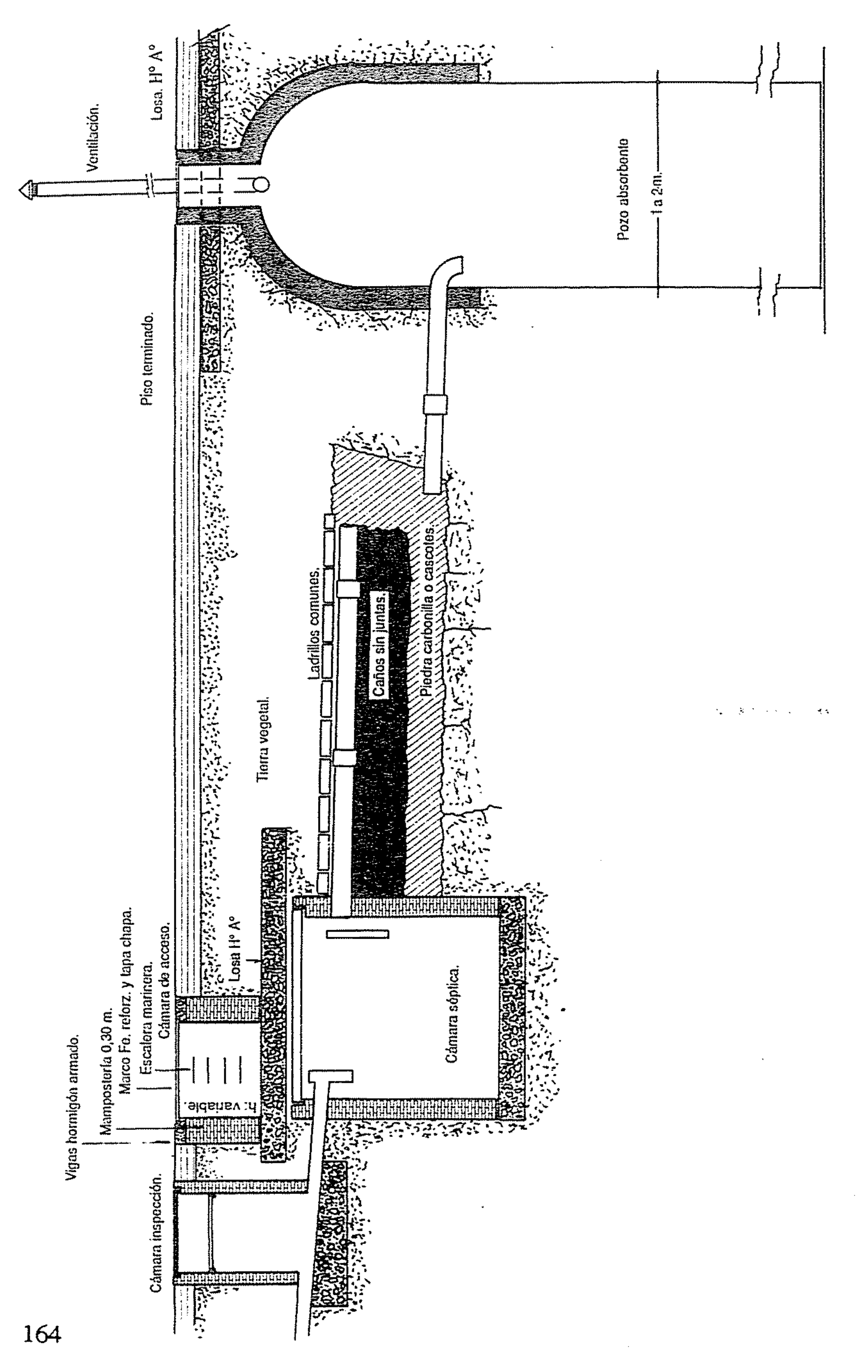


FIGURA 5-VI. Pozo absorbente y zanja drenaje.



SISTEMA DINAMICO

El sistema dinámico comprende la red de cañerías y las instalaciones para el tratamiento y eliminación de las aguas cloacales de una ciudad o población.

El 99,9% del efluente cloacal es agua, con 0,1% de sólidos disueltos y suspendidos que pueden ser de origen mineral o vegetal de las siguientes características.:

* Compuestos nitrogenados, provenientes de las proteinas vegetales y animales.
* Compuestos carbonosos, que se originan en el azúcar, almidón y celulosa.
* Grasas y jabones de cocina.
* Arenas y sales disueltas.
* Gases, como CO_2 metano, amoníaco y oxígeno.
* Organismos vivos, bacterias aeróbicas, anaeróbicas y patógenas, algas, hongos, gusanos, larvas, etc.

Se establece que los efluentes que se eliminan a la red cloacal deben reunir determinadas condiciones , entre las que se pueden mencionar:

* Temperatura no superior a 40ºC.
* PH o potencial hidrógeno comprendido entre 5,5 y 10.

El potencial hidrógeno representa la magnitud de concentración de iones H, expresado en gramos por litro.
Para el agua pura el valor de PH = 7, siendo las aguas ácidas cuando el valor es menor que 7 y alcalinas cuando es mayor que 7.

* *Sólidos sedimentables en 10 minutos*: no se admiten arenas, tierras, etc.
* *Sólidos sedimentables en 2 horas*: su eliminación depende de la característica de la red de evacuación y del sedimento así como de las posibilidades de las plantas depuradoras centrales. Es exigida en general su eliminación.
* *Substancias grasas, resinas, alquitranes, etc*: pueden eliminarse en cantidades no superiores a 500 mg. por litro.

Cuando estas condiciones no se cumplen es necesario efectuar una serie de tratamientos que se verán en el Capítulo XI, que trata sobre instalaciones especiales e industriales.

PUNTO DE ENLACE DE LA CONEXION DOMICILIARIA EXTERNA E INTERNA

Se establece como punto de enlace de las instalaciones domiciliarias de desagüe en colectora cloacal, al extremo de la conexión externa coincidente con la linea demarcatoria del frente de la propiedad.

Desagüe cloacal de la Ciudad de Buenos Aires.

Las canalizaciones exteriores llamadas *colectoras*, recogen los desagües , para conducirlos hacia *cloacas máximas*.

Las cloacas máximas cruzan el Riachuelo y continuan hasta Berazategui, donde se hace el vertimiento directo en el Río de la Plata, previo un tratamiento de rejas y desarenado. La descarga se efectúa a 1000 metros de la costa a -3,40m con respecto a las aguas bajas, según se señala en la figura 6 VI.

Actualmente, parte de los efluentes se procesan en plantas de tratamiento en el conurbano que vuelcan el agua depurada a través de la red cloacal. Se pueden mencionar la Planta Norte, en San Fernando trata los líquidos cloacales de las localidades de San Isidro, San Fernando y Tigre y la planta Sud-Oeste en La Matanza.

Sistemas utilizados para la evacuación del desagüe domiciliario.

Los sistemas utilizados en la Capital Federal para realizar el desagüe domiciliario son dos:

- Sistema unitario llamado también inglés o cerrado.
- Sistema separado llamado también americano o abierto.

El *sistema unitario* conduce el volumen total reunido de las aguas de lluvia y efluentes cloacales.

Este sistema es utilizado en los distritos altos del radio antiguo de la Ciudad y tiene el inconveniente de que en los casos de grandes lluvias y debido a las elevadas fluctuaciones de caudales se pueden producir rebosamientos y por ende contaminaciones.

El *sistema separado* consiste en una serie de cañerías independientes de la red pluvial.

Este sistema es el mas común y se lo utiliza en todo el resto de la Capital, y es el que generalmente se adopta en los nuevos proyectos.

Conexión domiciliaria:

Se entiende por conexión domiciliaria, la cañería que empalma las obras internas a la altura de la línea de edificación con las obras externas que corren a lo largo de calzadas o veredas. Para ello se deja instalada la conexión que va desde la colectora externa hasta la línea de edificación.

La *instalación interna* comprende el empalme y los trabajos a partir de la línea Municipal, según se indica en la figura 7VI. El enlace de la conexión interna con la externa se ejecuta con *caños cámara*.

FIGURA 6-VI. Desagües cloacales, Ciudad de Buenos Aires.

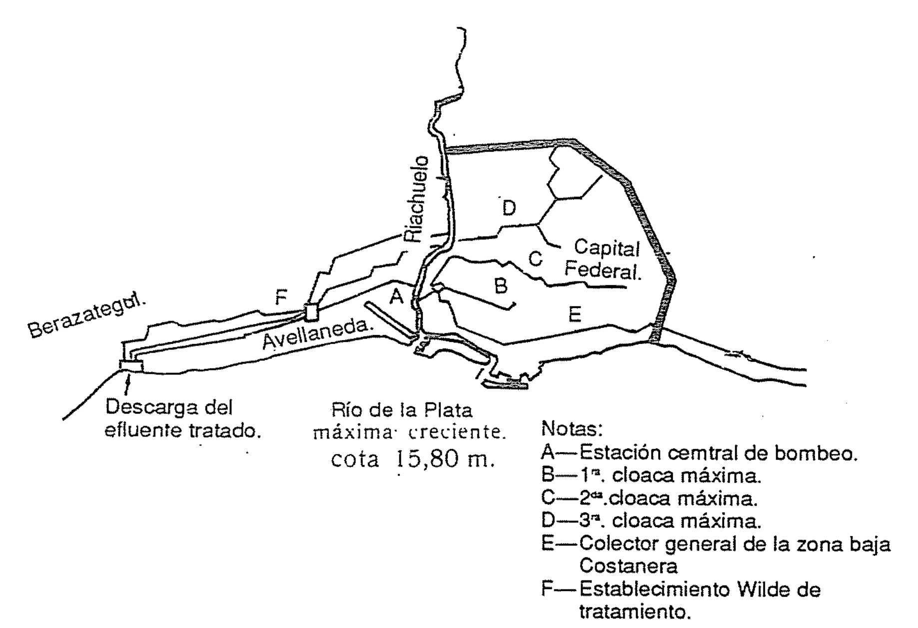
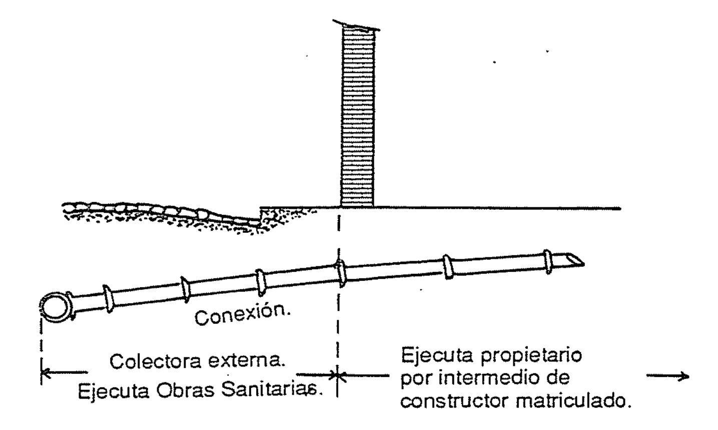


FIGURA 7-VI. Conexión domiciliaria de desagüe cloacal.



INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE DESAGUE CLOACAL

La red de evacuación cloacal está constituída por el conjunto de cañerías y artefactos destinados a eliminar los efluentes del edificio.

Los requisitos fundamentales que deben cumplir la red de evacuación cloacal son:

* Evacuar rápidamente los efluentes de los aparatos sanitarios.
* Hermetizar completamente la instalación del interior del edificio.
* Emplear materiales que no sean atacados por los efluentes vertidos en ellos.

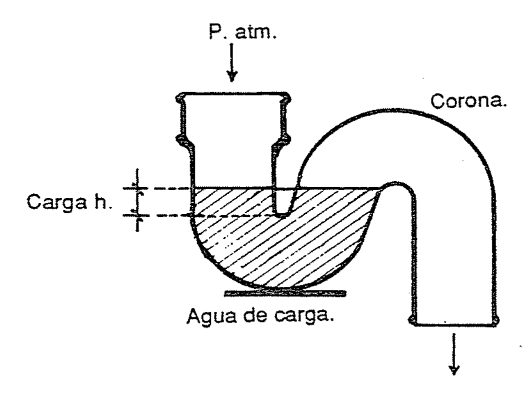
Las partes principales o elementos de una red de evacuación son los siguientes:

* Cierre hidráulicos o sifones.
* Las cañerías de evacuación (primarias o secundarias).
* Las cañerías de ventilación.

Cierre hidráulicos o sifones:

Los sifones son dispositivos en los que se mantiene el agua, impidiendo que los gases pasen de la red de evacuación al interior del edificio, como se muestra en la figura 8 VI.

FIGURA 8 - VI Cierre hidráulico o sifón.



El *cierre hidráulico* queda determinado por la carga h, que para los artefactos comunes puede suponerse en 5 cm.

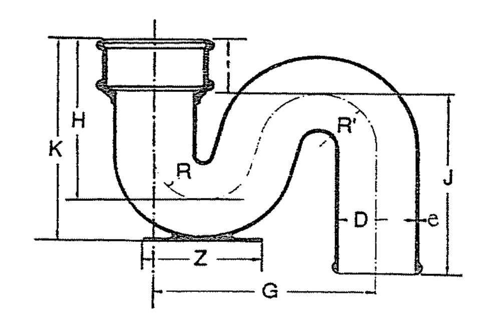
Se comprueba experimentalmente que cuando la carga h es superior a 7 cm, se resiente el funcionamiento ya que la altura de agua en el sifón amortigua la fuerza de la descarga, haciendo decantar las materias sólidas, por lo que con el tiempo el sifón se obstruye.

Existen varios tipos de de sifones distinguiendose segun las letras a las que se asemejan.

Así existen sifones P, Q, S, y U, variando las condiciones de las descargas para adaptarlos a la características de los artefactos y las condicionesde la instalación.

En las figuras 9 a 11 VI se muestran detalles de sifones de hierro fundido.

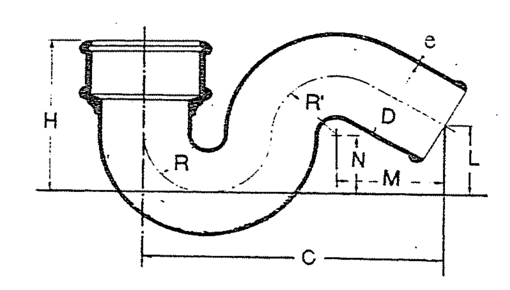
FIGURA 9 - VI Sifón en "S".



D mm	D Pulg.	Tipo	e	G	H	I	J	K	R	R'	Z	Peso aprox. kg.
102	4	Liviano	6	290	232	80	260	295	65	78	165	16,4

Dimensiones en mm.

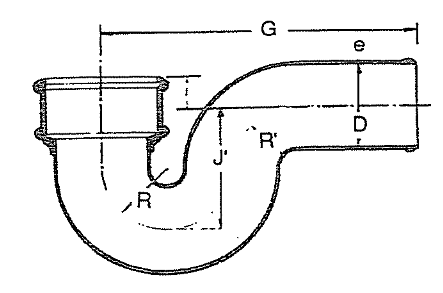
FIGURA 10 - VI Sifón en "Q".



D mm	D Pulg.	Tipo	e	G	H	L	M	N	R	R'	Peso aprox. kg.
65	$2^1/_2$	Liviano	6	281	157	85	105	65	53	50	5,7
102	4	Liviano	6	356	193	88	107	73	76	77	9,7
152	6	Liviano	6	470	290	100	168	100	100	100	28

Dimensiones mm.

FIGURA 11 - VI Sifón en "P".



D		Tipo	e	G	I	J'	R	R'	Peso aprox. kg.
mm	Pulg.								
64	2½	Liviano	6	295	65	114	48	51	6,5
102	4	Liviano	6	365	38	120	80	75	9,5
152	6	Liviano	6	475	87	203	100	100	27

Dimensiones en mm

Desifonaje.

Es indispensable la conservación de la carga del sifón, para impedir que los gases de la red cloacal penetren en el local donde se instala el artefacto.

Es por ello que se considera inconveniente desde el punto de vista higiénico la pérdida de carga del sifón lo que se denomina *desifonaje*.

Causas de desifonaje.

Las causas fundamenteles del desifonaje son:

* Mal uso o deterioro del artefacto sanitario.
* Defecto de la instalación.

Mal uso o deterioro del artefacto.
Se pueden mencionar los siguientes casos:

* Evaporación de la carga, debido al poco uso del artefacto.
* Capilaridad provocada por la presencia de trapos o hilachas, papeles, etc. en la curva inferior de la corona del sifón a raíz de que las descargas son débiles y no producen su eliminación, como se indica en la figura 12 VI.
* Rotura del sifón.

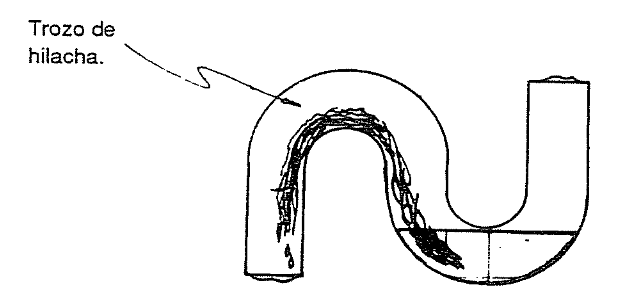
Defecto de la instalación.
Se pueden indicar las siguientes causas:

* Arrastre de la carga del sifón debido a que el artefacto a desaguar tiene la sección de salida igual o superior a la del sifón. Al originarse la descarga se produce el desplazamiento del aire contenido en la corona del sifón, provocando la succión del efluente a gran velocidad y arrastrando la carga del sifón.
  Para solucionar este defecto debe disminuirse el orificio de desagüe del aparato sanitario.
* Compresión del aire dentro de la cañería donde descarga el sifón.
* Aspiración de la rama descendente del sifón, originada por la reducción de la presión de la cañería que recibe la descarga.

Estos dos últimos casos se deben a defectos de ventilación del sistema y se corrigen construyendo las ramas descendentes de los sifones debidamente ventiladas para mentener la cañería permanentemente comunicada con la atmósfera.

De esa manera, se evita el desequilibrio de presiones que puede provocar el desplazamiento de la carga del sifón.

FIGURA 12 - VI Desifonaje por capilaridad.



Supóngase en la figura 13 VI el montaje de tres inodoros en distintos pisos, y el número 2 origina una descarga.

Al no existir ventilación en la cañería de descarga, el efluente produce una *depresión* en la parte alta de la columna, provocando la *aspiración* de la carga hidráulica del sifón del inodoro 1.

Al mismo tiempo se *comprime* el aire de la parte baja de la cañería vertical, expulsando el agua del cierre hidráulico del sifón del inodoro 3.

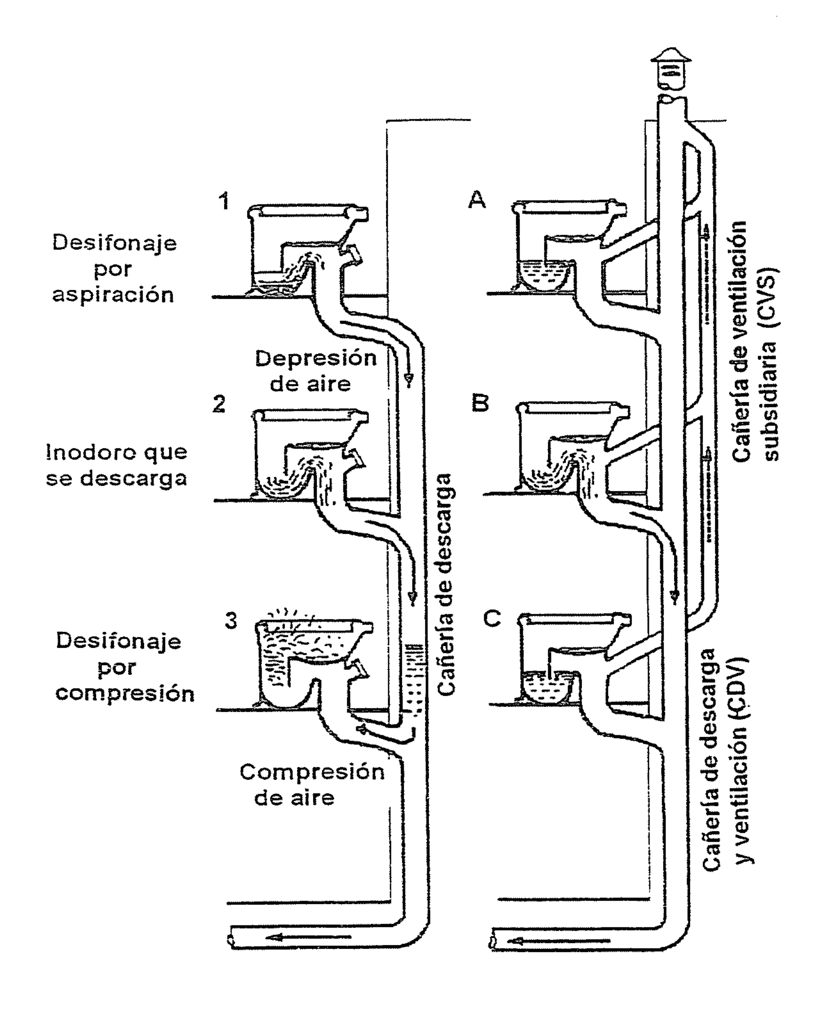
De esa manera, por efecto del desifonaje los ambientes en que se encuentran los inodoros 1 y 3 quedan sin protección de los gases de la cloaca.

En el otro conjunto de la figura 13 VI, se observa que se ha incluído en los inodoros A, B y C *cañerías de ventilación subsidiarias* que tienen por misión mantener la presión atmosférica constante en la instalación en todo momento, logrando de esa manera equilibrar las presiones.

Es decir que al producirse la depresión de la parte superior de la columna de descarga al accionarse el inodoro B, ingresa aire de la atmósfera por la cañería de ventilación.

De la misma forma el aire comprimido en la parte baja, se elimina por la cañería de ventilación subsidiaria del inodoro C.


FIGURA 13 - VI Desifonaje por aspiración y compresión.



Cañerías de evacuación cloacal:

Las cañerías de desagües domiciliarios se dividen en dos sistemas o clases según los artefactos que surten:

Desagües primarios o cañerías principales.
Desagües secundarios.

Considerando esos tipos de cañerías, las formas de desagüe y artefactos que se emplean, pueden considerarse una red cloacal formada por tres partes básicas que son;

- Sistema primario
- Sistema secundario
- Sistema de ventilación

Sistema primario

Los constituyen las cañerías y artefactos primarios.

Está destinado a la eliminación de las deyecciones humanas, líquidos y grasas que constituyen las denominadas *aguas negras*, recibiendo las *descarga de inodoros, mingitorios, piletas de cocina, piletas de piso* y artefactos análogos.

Las cañerías primarias o principales deben estar separadas de los ambientes interiores mediante un aislamiento hidráulico o sifón, que debe estar adosados en la descarga de los artefactos que desaguan a la misma, a fin de evitar la emanación de gases a los ambientes interiores del edificio.

Sistema secundario.

Lo constituyen las cañerías y artefactos secundarios.

Está destinado a la eliminación de las aguas servidas destinadas al lavado o higiene personal, constituyendo las denominadas *aguas blancas*, recibiendo la descarga de artefactos como *bidet, lavatorio, bañaderas, piletas de lavar* o artefactos similares.

Esta agua no tienen características ofensivas, nocivas o infecciosas y el desagüe puede efectuarse mediante un sistema abierto, pues no existe peligro alguno de contaminación al ambiente.

De esa manera, los artefactos secundarios no llevan sifón incorporado y las cañerías de desagüe secundario se vinculan con las cañerías primarias mediante piletas de piso o sifón instalado en las mismas cañerías.

Dentro de estos artefactos en los casos de edificios de cierta envergadura, se incluyen los decantadores de barro, pozos de enfriamiento, interceptores de nafta, etc. que se analizan posteriormente en el capítulo XI.

Sistema de ventilación

Lo constituyen el conjunto de cañerías que comunican el interior de las cañerías de desagüe que constituyen la red cloacal con la atmósfera.

Está destinado a facilitar la depuración y eliminación de los gases y asegurar un adecuado escurrimiento de los efluentes por gravitación, manteniendo la presión atmosférica constante en toda la instalación.

CAPITULO VII

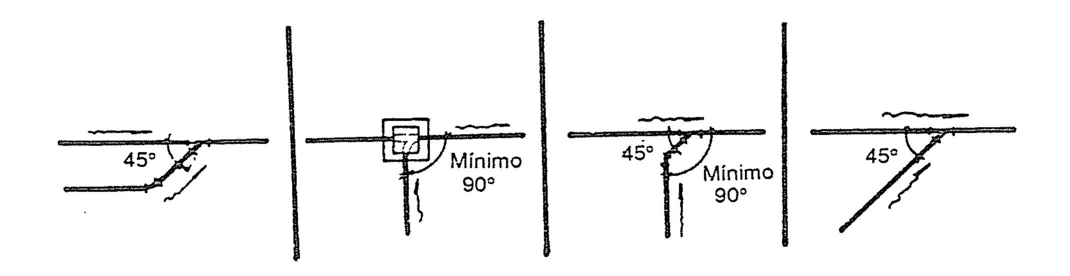
DESAGUES PRIMARIOS

TRAZADO DE LA CAÑERIA PRINCIPAL:

La cañería principal y sus ramificaciones debe ser construida en línea recta, pero si por razones constructivas no pudiera colocarse de tal manera, en cada cambio de dirección debe intercalarse cámara de inspección o caños curvos con o sin tapa de inspección según los casos, de tal manera que en forma sencilla permita la desobstrucción de la cañería.

Se pueden derivar ramales por medio de piezas especiales las que no deben formar ángulos menores de 45° con la cañería principal, pudiendo llegar hasta 90° con ramales y curvas o mediante cámara de inspección, según se señala en la figura 1 VII.

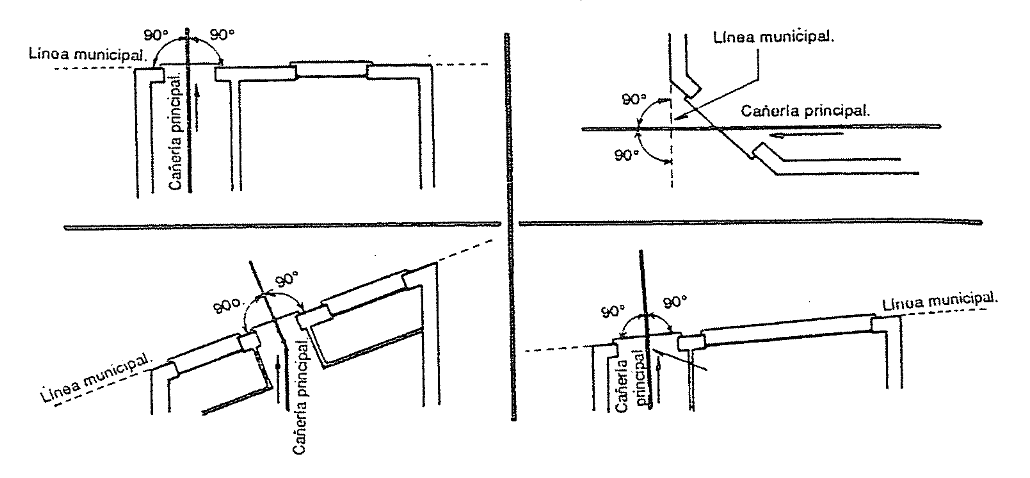
FIGURA 1 - VII Angulos mínimos de acometida de cañerías



La salida de la cañería principal debe ser perpendicular a la línea de edificación, tal como se indica en los detalles de la figura 2 VII.

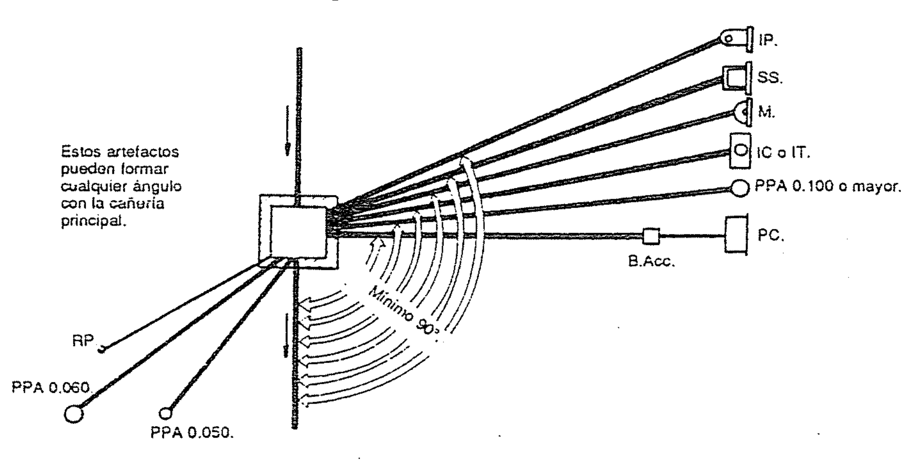
Se establece que cuando para obtener esa perpendicular es necesario cambiar de dirección la cañería en mas de 10°, se empleen caños curvos, cortados convenientemente para obtener el ángulo de desviación necesario.

FIGURA 2 - VII Salida de la cañería principal en la línea municipal.



Las cañerías que desaguan a cámara de inspección, deben formar con la principal un ángulo mínimo de 90°. Se permite desaguar con cualquier ángulo las cañerías que recogen las aguas mediante rejillas de piso o piletas de patio abiertas de 0.060m o menores, como se muestra en la figura 3 VII.

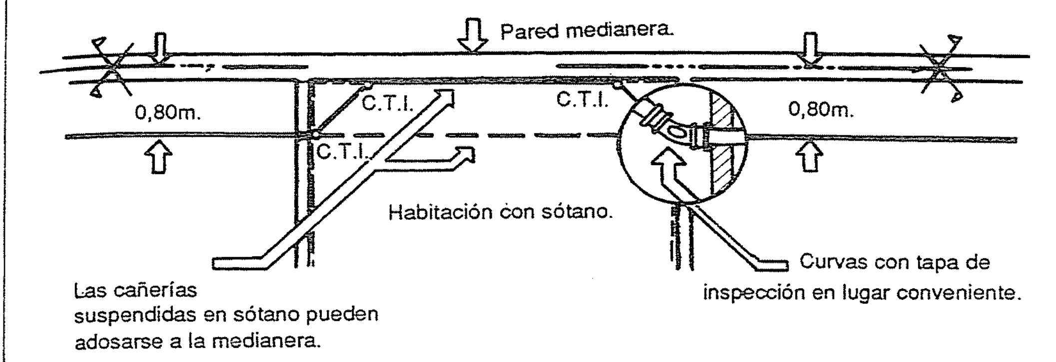
FIGURA 3 - VII Angulo mínimo de confluencias de desagüe a cámara de inspección.



Ubicación de la cañería principal respecto a las medianeras.

La cañería principal, debe estar alejada como mínimo 0,80 m. de la pared medianera, salvo cuando se trate de cañerías suspendidas en sótano, que pueden adosarse a las medianeras, debiendose efectuar los cambios de dirección, mediante curvas con tapas de inspección en lugar adecuado, según se detalla en la figura 4 VII.

FIGURA 4 - VII Ubicación de cañería principal respecto a medianeras.



Ubicación de la cañería con respecto a muros propios.

Cuando la cañería va enterrada en proximidad de muros propios debe ser debidamente protegida y el muro no debe apoyar sobre las mismas.

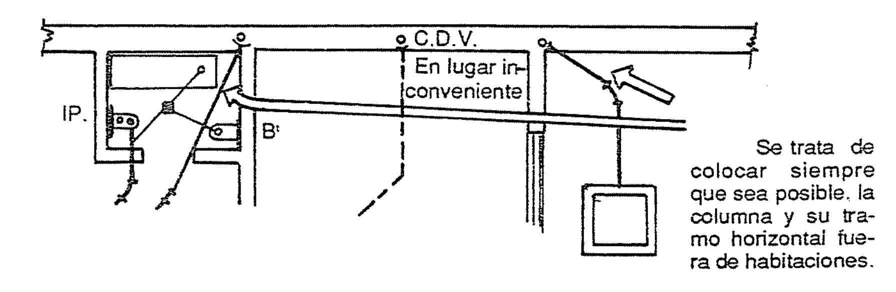
Si la cañería debe instalarse cruzando un muro, se practica una abertura mayor de 30 cm. que el diámetro del caño, la que debe estar convenientemente reforzada en todo el perímetro, con albañilería y hormigón.

Cuando la cañería debe instalarse bajo habitaciones se utiliza caño de hierro fundido u otro material aprobado de características semejantes.

En caso de utilizar caño de material vitreo o cemento común, debe protegerse la cañería con una capa de mortero 1:6 (1 cemento y 6 de arena) de 10 cm. de espesor.

Como norma debe evitarse en lo posible proyectar cañerías por debajo de locales habitables, tal como se detalla en la figura 5 VII.

FIGURA 5 - VII Cañerías por debajo de locales habitables (formas de evitarlas).



Acceso a la cañería principal.

Para el acceso a la cañería principal se utilizan cámaras de inspección, cámaras de acceso, caños cámaras, inodoros a pedestal, curvas con tapas de inspección, columnas de ventilación, etc.

Estos elementos deben ubicarse a distancias adecuadas a fin de permitir la fácil desobstrucción, teniendo en cuenta los artefactos que comunican y los dispositivos usuales como el caso de cañas o cintas, que se utilizan para la limpieza.

Se establece que toda cloaca debe disponer de cámara de inspección, la que no debe ubicarse a mas de 10 metros de la línea municipal, según se muestra en la figura 6 VII. Si por motivos constructivos se excede de esos 10 metros debe colocarse un ramal con boca de inspección para acceso, según destaca la figura 7 VII.

En el caso de servicios mínimos con solo desagües de inodoro, pileta de lavar y cocina, puede instalarse boca acceso en lugar de una cámara de inspección, para simplificar la instalación, la que debe ubicarse dentro de los 10 metros indicados.

FIGURA 6 - VII Acceso a cañería principal, tramos a línea municipal.

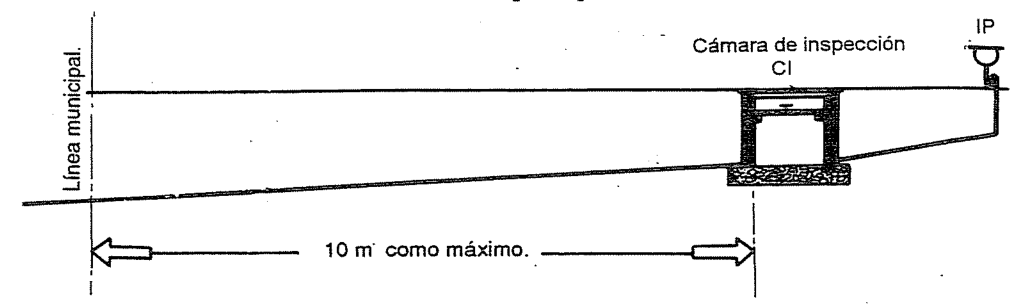
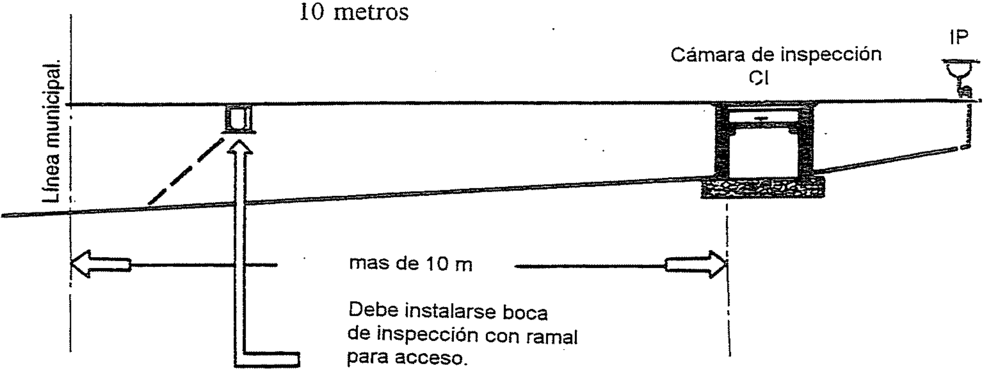


FIGURA 7 - VII Acceso cañería principal tramo a línea municipal mayor de 10 metros



Las cámaras de inspección o boca de inspección deben colocarse en lugares de fácil acceso, por ejemplo patios abiertos.

En edificios de departamentos la cámara de inspección se debe instalar en lugares accesibles comunes, evitando su ubicación en unidades locativas.

Está prohibida la colocación de cámaras de inspección en habitaciones, cocinas, offices, antecomedores, antecocinas y baños en general.

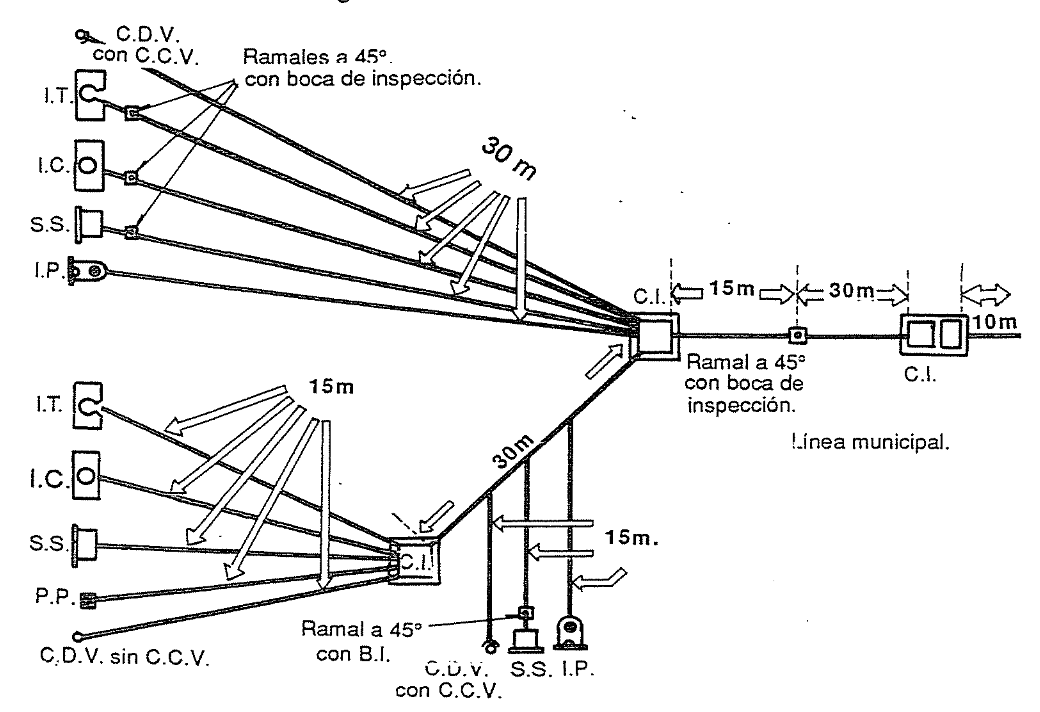
Longitudes máximas de tramos.

En virtud de que el proyecto debe permitir un adecuada desobstrucción de las cañerías principales, se ha fijado la longitud máxima que pueden tener los distintos tramos entre accesos.

Así se ha establecido como se indica en la figura 8 VII:

* 10m entre línea municipal y el primer acceso.
* 45m entre CI y CI, pero colocando entre ambas a 30 metros como máximo un ramal a 45° con boca de inspección.
* 30m entre CI y CI o CI e IP o base de CDV con CC vertical.
* 30m entre CI e IT o CI e IC o CI y SS pero en estos casos deben prolongarse las cañerías a 45° hasta BI.
* 15m entre CI e IT o CI e IC o CI y SS o CI y PP o CI y CDV sin CCV.
* 15m entre IP y CDV con CCV hasta ramal a 45° en la cañería principal.
* 15m entre SS y ramal a 45° en la cañería principal, con ramal a 45° con BI.

FIGURA 8 - VII Longitudes máximas de tramos entre accesos.



La regla práctica es que todo tramo recto pueda accederse desde un sólo extremo, con un largo máximo de 15 metros.

Cuando pueda desobstruirse desde ambos extremos su largo máximo puede ser de 30 metros exceptuandose de esta regla el largo máximo del primer tirón.

Por supuesto, 15 metros es el largo aceptable para la utilización de varillas, cañas, etc. empleadas para la limpieza.

Cámara de inspección.

Las cámaras de inspección son los elementos mas importantes de acceso, construyendose de mampostería u hormigón.

FIGURA 9 - VI Cámara de inspección de mampostería 0,60x0,60m.

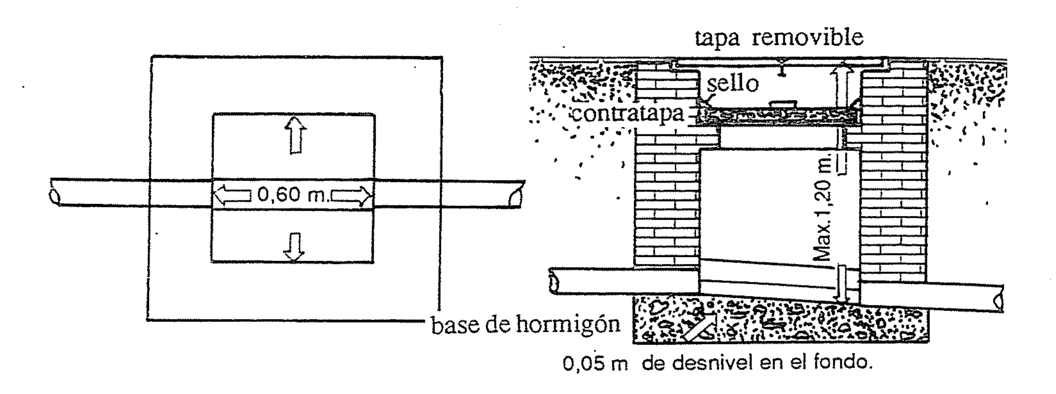


FIGURA 10 - VII Cámara de inspección de hormigón, 0,60x 0,60m.

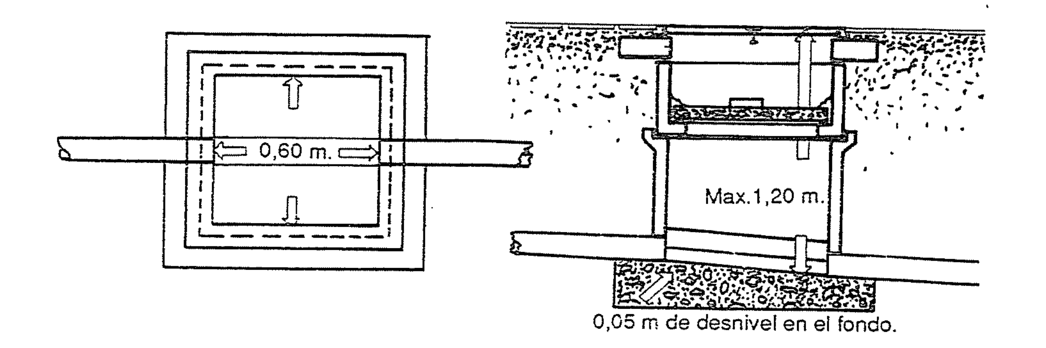


FIGURA 11 - VII Cámara de inspección de mampostería 0,60 x 1.00m.

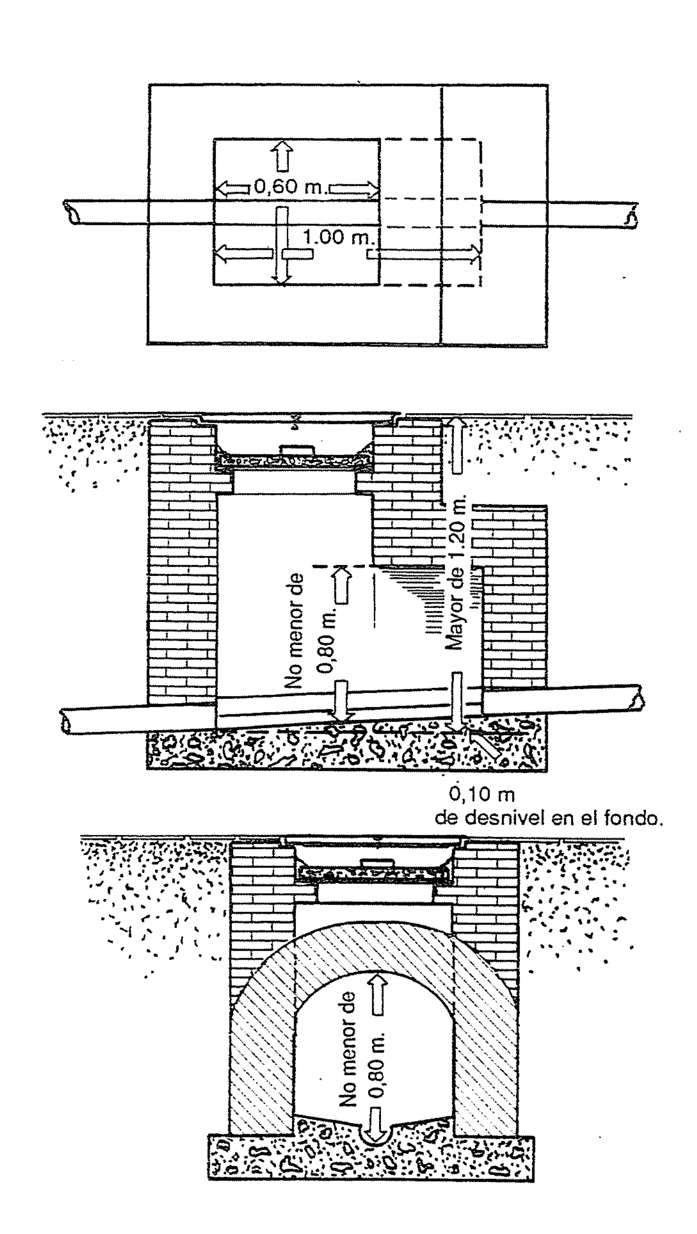
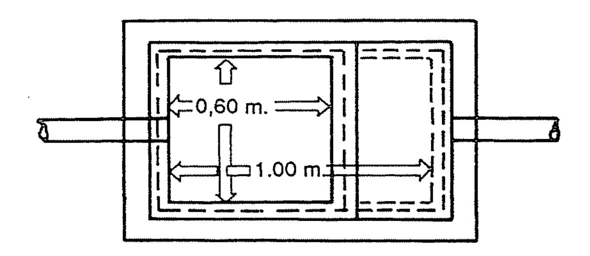
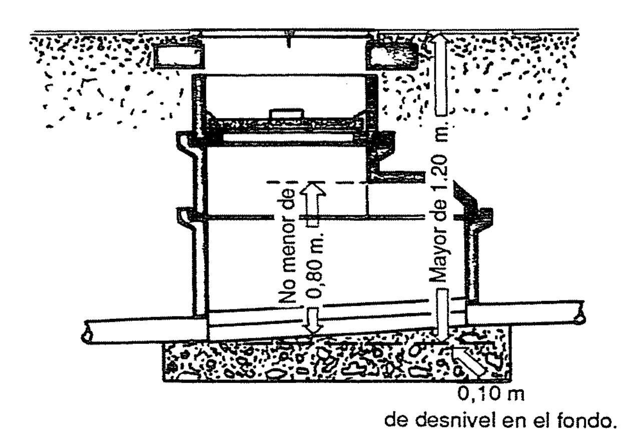
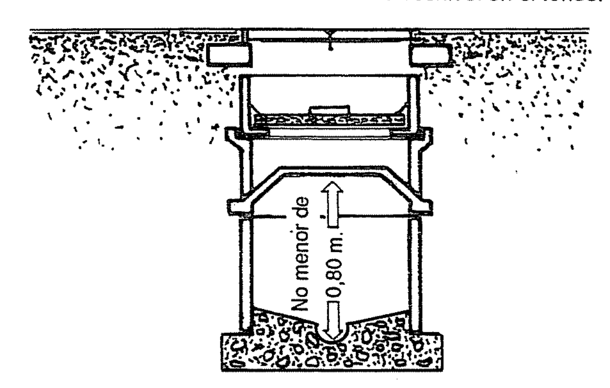


FIGURA 12 - VII Cámara de inspección de hormigón 0,60 x 1.00m.







Según se observa en las figuras 9 a 12 VII, las dimensiones de las cámaras de inspección están en relación con la profundidad.

Hasta 1,20m. de profundidad son de 60x60cm y para más de 1,20m son de 60x100 cm. En este último caso, la dimensión debe mantenerse hasta 80 cm del fondo a partir de la cual se reduce a 60x60 cm..

Estas dimensiones están fijadas por la experiencia, a fin de que un operario cuente con el suficiente espacio, como para trabajar dentro de la cámara cuando sea necesario.

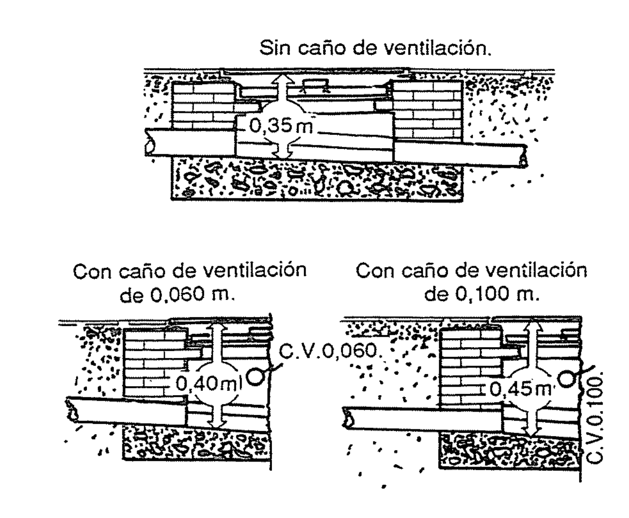
Para facilitar el desagüe de los efluentes se le da al fondo de la cámara un desnivel de 5 cm. para de 60 x 60 cm y de 10 cm. para 60 x 100 cm.

Dentro de la cámara se construyen canaletas o cojinetes en forma semicircular, del mismo diámetro que las cañerías y altura mayor que identifican los distintos accesos con el caño de salida.

Las profundidades mínimas para las cámaras de inspección, según se indica en la figura 13 VII, son las siguientes:

* 0,35 m: cuando a la cámara concurren unicamente la cañería de desagüe.
* 0,40 m: cuando además de los desagües se encuentran ventiladas con un caño de ventilación de 0,060 m.
* 0,45 m: cuando el caño de ventilación es de 0,100 m.

FIGURA 13 - VII Profundidades mínimas de cámaras de inspección.



Saltos de cañerías.

Cuando los desniveles del terreno son muy grandes o se deseen evitar excesivas excavaciones se pueden salvar las diferencias con *saltos* en las cañerías o en las cámaras que deben tener como mínimo 0,50m.

Cuando se trate de caño material vitreo, hormigón o asbesto cemento, el asiento de la cañería en los saltos debe hacerse de hormigón, tal cual se indica en la figura 14 VII.

Si se efectuan saltos a 45° en cañerías, deben prolongarse hasta la boca de inspección como se muestra en la figura 15 VII.

FIGURA 14-VII. Saltos en cañerías de material vitreo, hormigón o asbesto cemento.

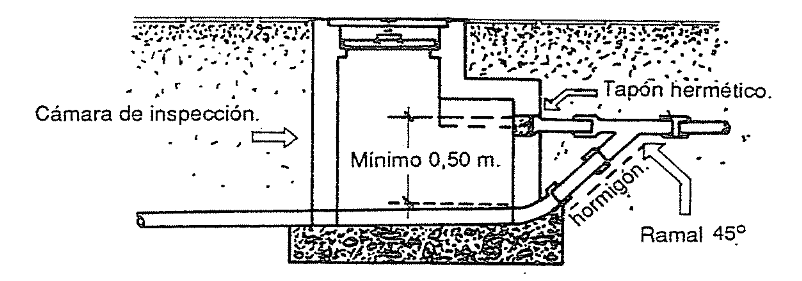
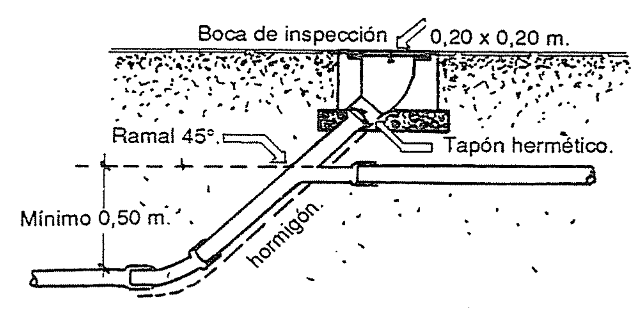


FIGURA 15-VII. Saltos a 45° en cañerías.



Los saltos con cañerías de hierro fundido se deben ejecutar de acuerdo a las figuras 16 y 17 VII.

FIGURA 16-VII. Saltos en cañerías de hierro fundido con cámara de inspección.

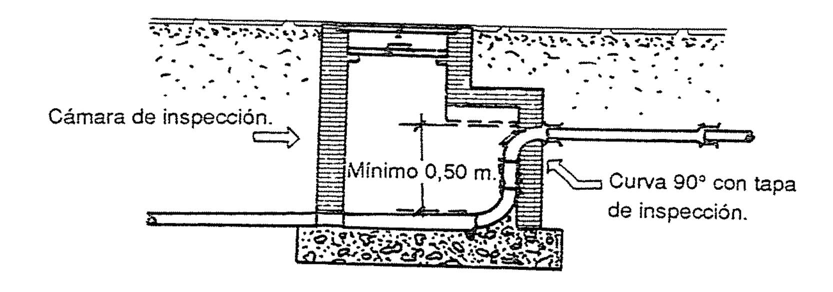
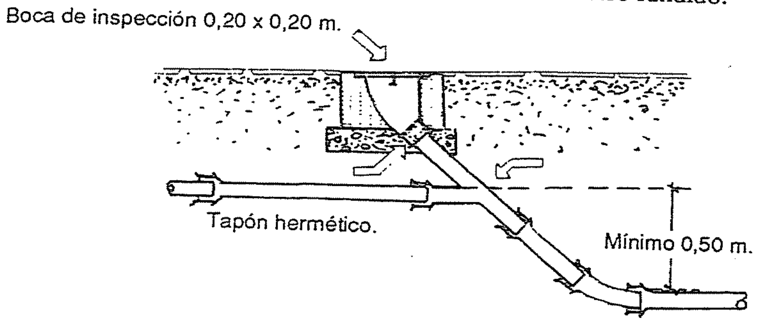


FIGURA 17 - VII Salto a 45° en cañerías de hierro fundido.



Cuando el salto se efectúa desde la cámara de inspección se debe ejecutar como se indica en la figura 18 VII.

En los casos que los saltos se efectúen en caño de hierro fundido suspendidos en sótano, el mismo puede ser menor de 0,50m, según se detalla en la figura 19 VII.

FIGURA 18 - VII Salto desde cámara de inspección.

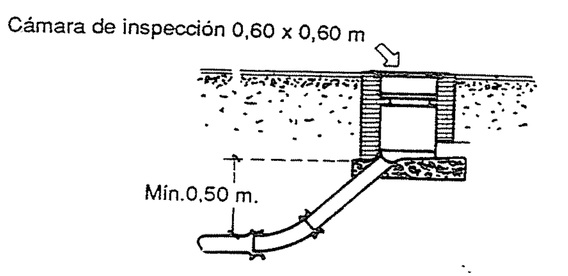
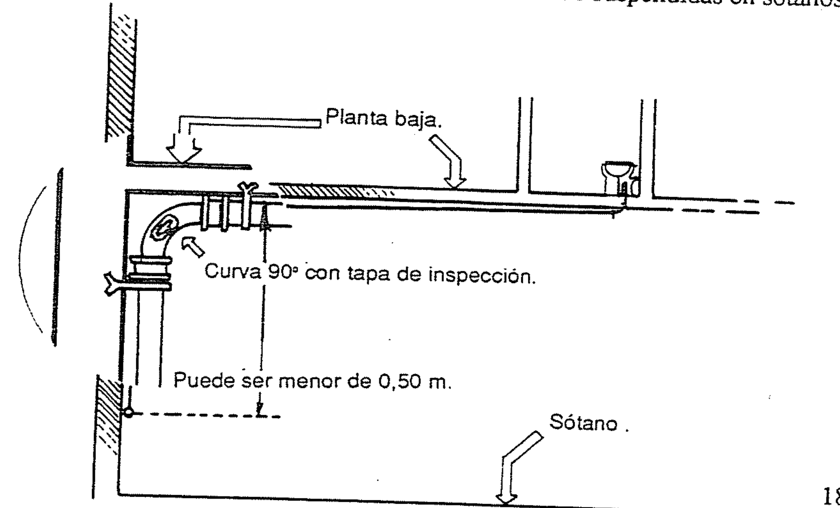


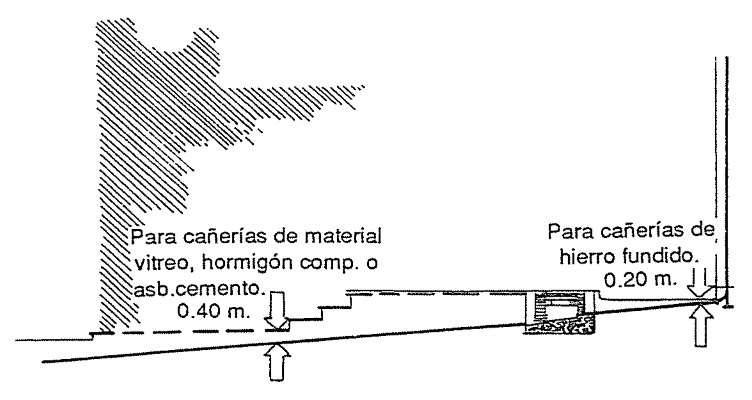
FIGURA 19 - VII Saltos en cañerías de hierro fundido suspendidas en sótanos.



Las tapadas mínimas para la cañería principal son como se indica en la figura 20 VII, las siguientes:

- 0.40m cuando se utilice CMV, H° comp. o CAsb.C.
- 0.20m cuando se utilice CHF.

FIGURA 20 - VII Tapadas mínimas de la cañería principal.



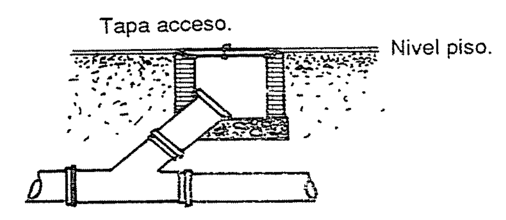
Cámaras de acceso.

Las cámaras de acceso según se detalla en la figura 21 VII, son ramales con tapa de inspección y se denominan *bocas de inspección.*

El acceso a la cañería principal se efectúa por medio de ramales que se prolongan con cañería inclinada o vertical hasta cerca del nivel terreno, terminando dentro de una cámara que puede ser de mampostería.

El caño se tapona para impedir el paso de los gases de la cañería principal.

FIGURA 21 - VII Cámara de acceso.



Bocas de acceso.

Como su nombre lo indica sirven en casos especiales para tener acceso a las cañerías principales o los artefactos que desaguan en dichas bocas.

Son similares a pequeñas cámaras de inspección, con cierre hermético en todos los casos, debiendo estar ubicadas en lugares cubiertos y con la tapa a ras del solado.

Son construídas con un fondo de fuerte pendiente hacia el desagüe, debiendo el orificio de salida estar al fondo o a un costado.

En planta baja se las construye de mamposteria y las embutidas en entrepisos y azoteas son de caja de plomo, como se indican en las figuras 22 y 23 VII respectivamente.

FIGURA 22-VII. Boca de acceso de mamposteria.

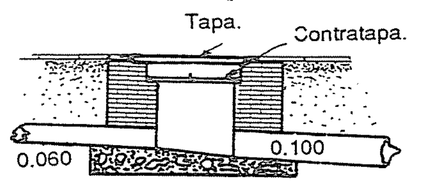
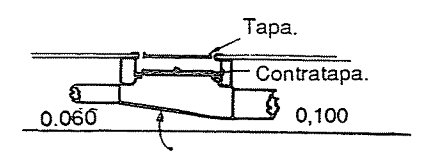


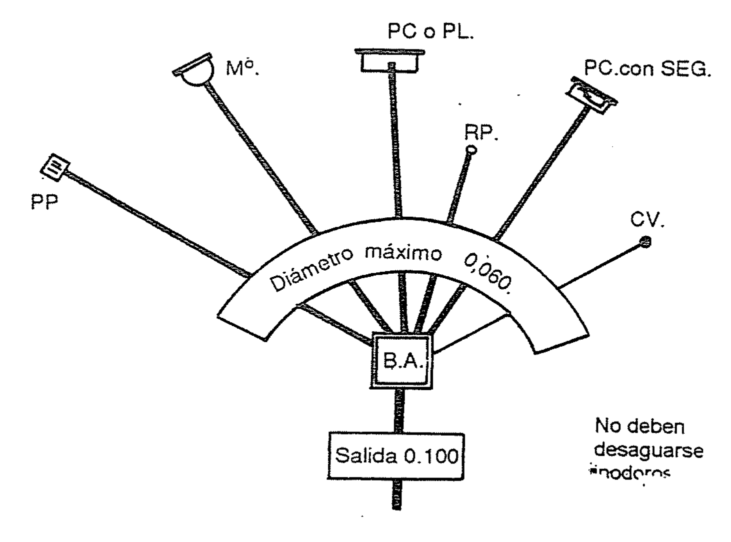
FIGURA 23-VII. Boca de acceso de plomo.



Las bocas de acceso pueden recibir el desagüe de cualquier artefacto provisto con sifón en la misma planta, siempre que su desagüe no sea superior a 0.060. El diámetro de salida es de 0,100m., como se detalla en la figura 24 VII.

Preferentemente las bocas de acceso se ubican en patios, galerías, baños, cocinas, offices, no permitiendose la colocación en habitaciones.

FIGURA 24-VII. Desagüe de boca de acceso.



Piletas de piso.

Son elementos de acceso a la red de desagüe, cuya función primordial es la de vincular el sistema primario con el secundario, por lo cual cuentan con un cierre hidráulico o sifón.

Practicamente se trata de un sifón, cuya rama ascendente es ampliada para formar un recipiente de acceso, donde concurren las cañerías secundarias de desagüe.

Se las designa también con el nombre de *piletas de patio* y se diferencian de las bocas de acceso, en las que solo desaguan cañerías primarias.

Se denominan en función del diámetro de descarga del sifón, así por ejemplo se tienen piletas de piso de 0,050; 0,060; 0,100 m, etc.

Pueden ser de dos tipos, según las característicasque se muestran en la figura 25 VII.

* Abiertas (PPA).
* Tapadas (PPT).

Las *abiertas* llevan rejilla de piso abiertas sobre la pileta.

Las *tapadas*, cuentan con una tapa y contratapa sellada, debiendo ser de 0,100 m como mínimo.

De acuerdo a sus características constructivas se pueden clasificar de la siguiente manera:

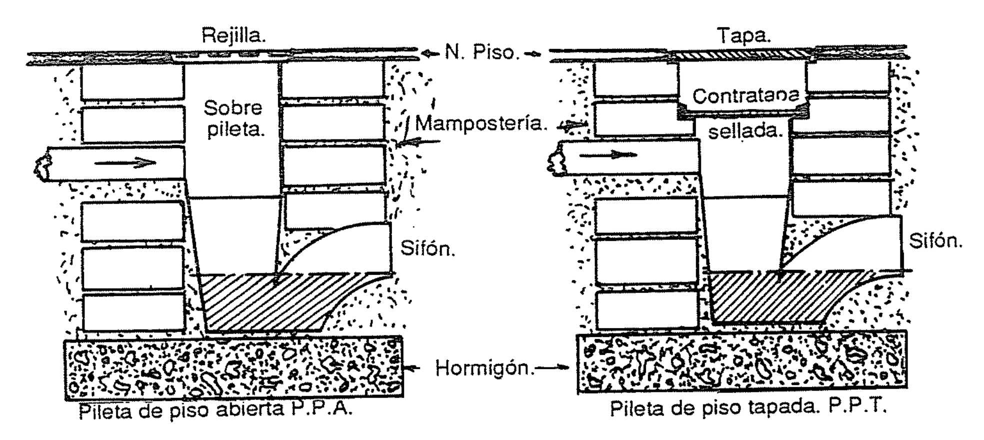
* Enterrada.
* Embutida.
* Suspendida.

PILETA DE PISO ENTERRADA

Son las indicadas en la figura 25 VII, montandose en una cámara de mampostería, formandose lo que se denomina una *sobrepileta*, construída en cemento impermeable, en las que se empotran las cañerías secundarias de desagüe.

Las piletas de piso propiamente dicha se construyen en hormigón, asbesto cemento, hierro fundido, plástico, etc.

FIGURA 25 - VII Piletas de piso enterradas.



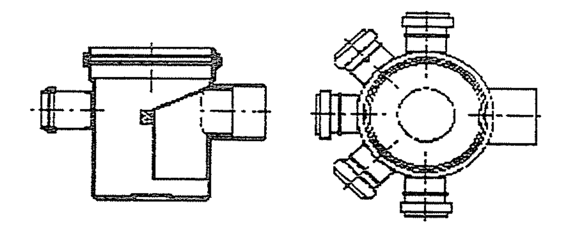
PILETAS DE PISO EMBUTIDAS

Son las que se instalan en los pisos elevados, por lo que se requieren alturas pequeñas como para posibilitar su montaje en contrapisos de unos 15 a 17 cm como máximo. Se las construye de acuerdo al material de las cañerías generalmente en plástico PVC o polipropileno, latón, plomo o hierro fundido.

En la figura 26-VII se detalla una pileta de piso abierta de polipropileno con marco de bronce y rejilla de acero inoxidable, que puede colocarse a diversos niveles utilizando un suplemento prolongador, y que contempla varias posibilidades de acceso de los diversos artefactos que desaguan y descarga de diámetro 0,060 m.

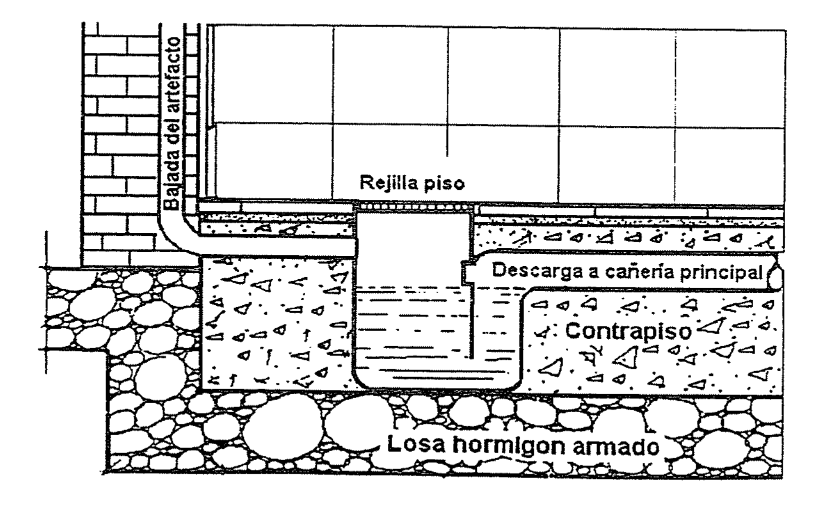
Su diseño debe permitir la limpieza del sifón mediante una tapa de inspección.

FIGURA 26-VII. Detalles de pileta de piso para embutir



En el proyecto debe tenerse en cuenta la altura disponible de contrapiso para el montaje de la pileta de piso, dado que si no es suficiente debe procederse al diseño de bajar la losa del baño como se muestra en el esquema de la figura 27-VII o eventualmente recurrir a utilizar piletas de piso suspendidas.

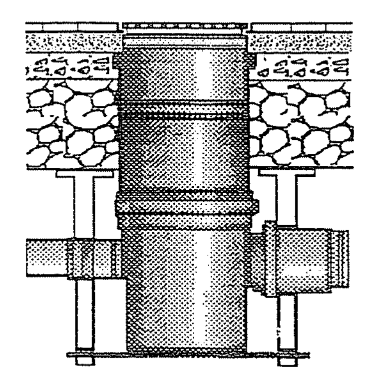
FIGURA 27-VII. Detalle de bajada de losa en baño



PILETA DE PISO SUSPENDIDA

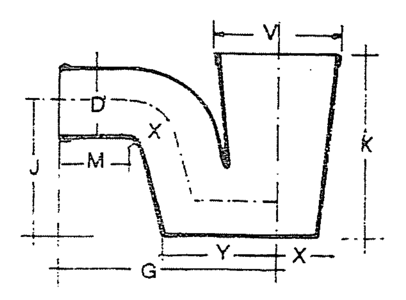
Cuando no hay altura en el contrapiso, otra solución es colocar una pileta de piso suspendida de la losa. Para facilitar los montajes se fabrican propongadores que permiten utilizar la misma línea de pileta de piso de embutir descripta precedentemente, como se indica en la figura 28-VII.

FIGURA 28-VII Pileta de piso suspendida



En las figuras 29 a 32, se indican detalles característicos de piletas de piso de hierro fundido.

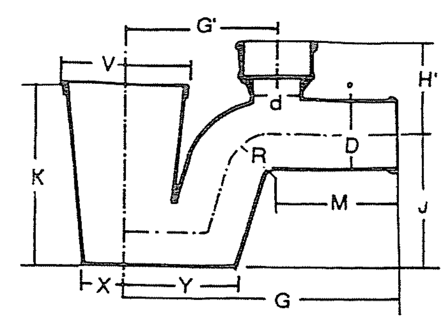
FIGURA 29-VII Piletas de piso "P"



D	Tipo	e	G	J	K	M	R	V	X	Y
m										
64	Liviano	6	230	150	200	75	50	125	40	85
102	Liviano	6	305	205	280	97	70	180	60	145

Dimensiones en mm.

FIGURA 30 - VII Piletas de piso en "P" con ventilación.



Dimensiones en mm.

D	D	Tipo	e	G	G'	H'	J	K	M	R	V	X	Y
mm	mm												
64	64	Liviano	6	275	160	110	150	200	120	50	125	40	85
102	64	Liviano	6	385	210	140	205	280	97	70	180	60	140

FIGURA 31 - VII Piletas de piso en " Q"

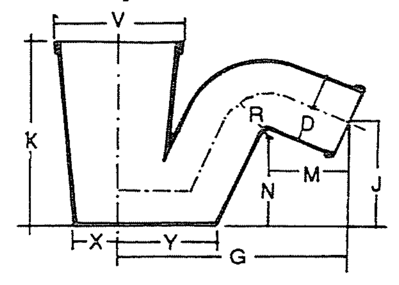
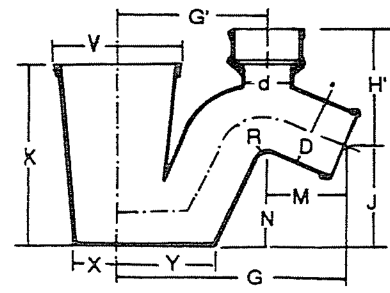


FIGURA 32 - VII Piletas de piso en "Q"con ventilación.



Dimensiones en mm.

D	D	Tipo	e	G	G'	H'	J	K	M	N	R	V	X	Y
mm	mm													
64	64	Liviano	6	245	155	150	107	200	90	100	50	130	40	85
102	64	Liviano	6	320	210	182	158	280	115	135	67	180	60	140

Cañerías de descarga vertical

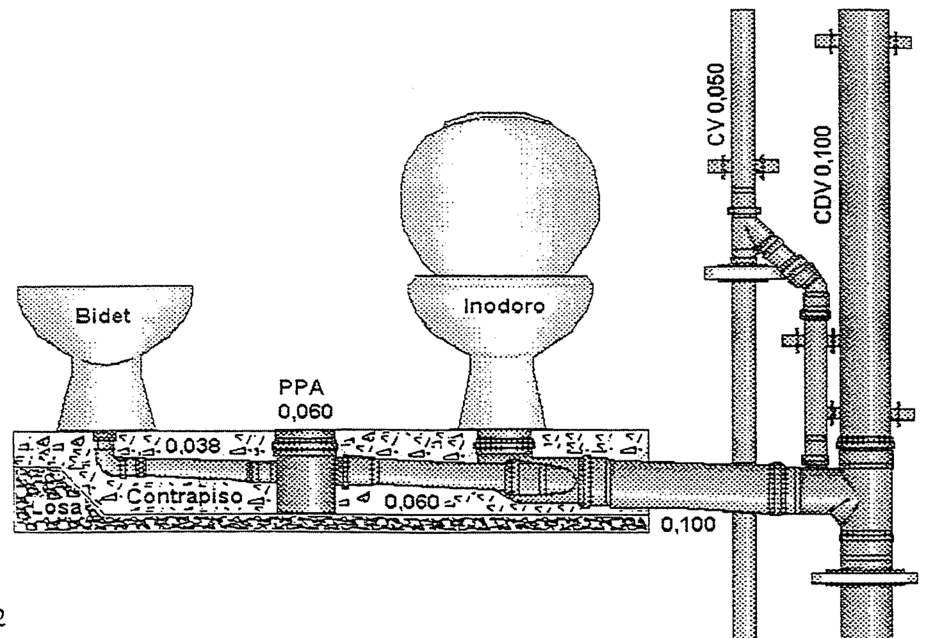
Los artefactos primarios ubicados en pisos altos deben descargar a la cañería principal, por medio de tuberías verticales denominadas de *descarga y ventilación* (CDV) que empalman con las cañerías horizontales en los respectivos pisos.

Las cañerías que generalmente se utilizan son las de hierro fundido o plástico de PVC o polipropileno, las que son muy buenas propiedades y se fabrican con todas las piezas y accesorios requeridos para el montaje.

Es recomendable que las cañerías verticales se instalen separadas de las paredes, en plenos o conductos especiales para facilitar la inspección y eventuales reparaciones. En el caso de ubicar las cañerías empotradas en mampostería o contrapiso es conveniente envolverlas con cartón acanalado para absorber las dilataciones.

En la figura 33-VII se detalla las características técnicas de montaje y sustentación de una cañería horizontal de polipropileno empotrada en el contrapiso, destinada al desagüe de los artefactos secundarios uno de los cuales es el bidet, a una pileta de piso abierta y de un inodoro que se vinculan a una cañería vertical de descarga y ventilación, que cuenta con un ramal a la cañería vertical de ventilación subsidiaria, instaladas en un pleno.

FIGURA 33-VII Cañerías verticales vinculadas con cañerías empotradas

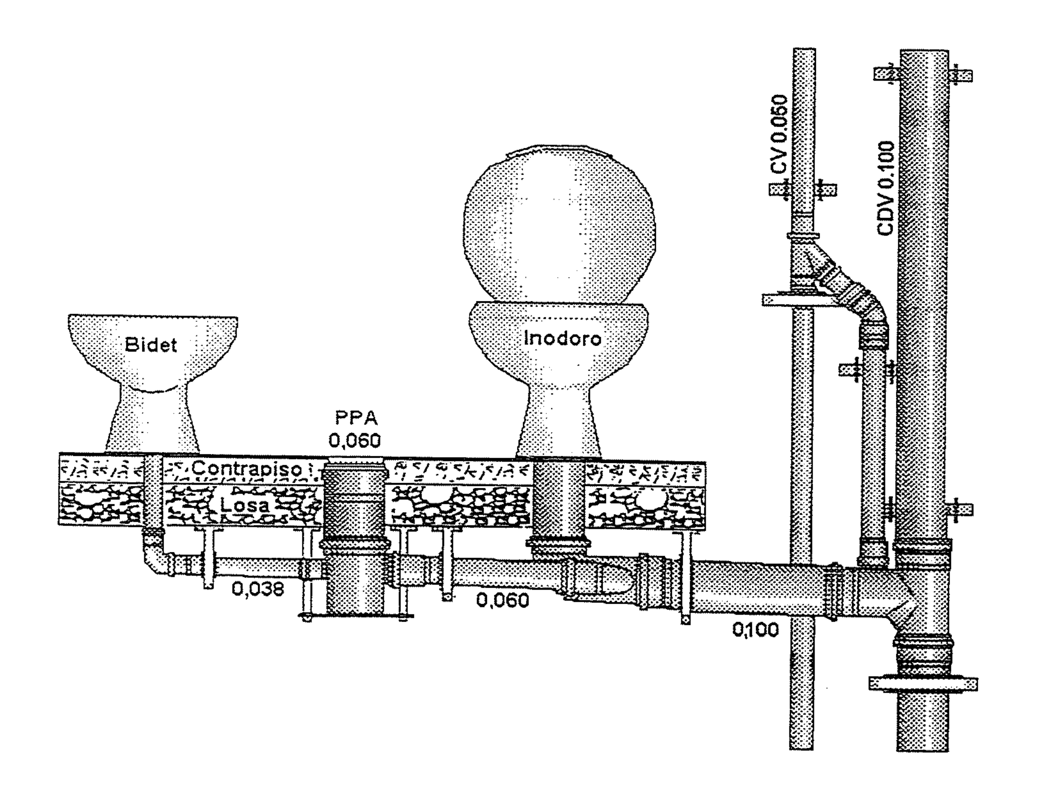


En el caso que no exista pileta de patio abierta, el ramal de conexión a la cañería subsidiaria debe instalarse por encima del nivel de desborde del inodoro, para evitar que por gravitación ingresen los efluentes a la misma, en caso de obstrucciones en la conexión a la cañería de descarga y ventilación.

Se observa que como no alcanza la altura del contrapiso para albergar la pileta de piso abierta y las cañerías, es necesario bajar la altura de la losa de ese local, lo que debe estar contemplado en el proyecto de la estructura resistente del edificio.

Otra solución para el caso de no contar con la altura suficiente, es colocar las cañerías horizontales colgadas o suspendidas de la losa, mediante un anclaje y sostén adecuado como se consigna en los detalles de la figura 34-VII.

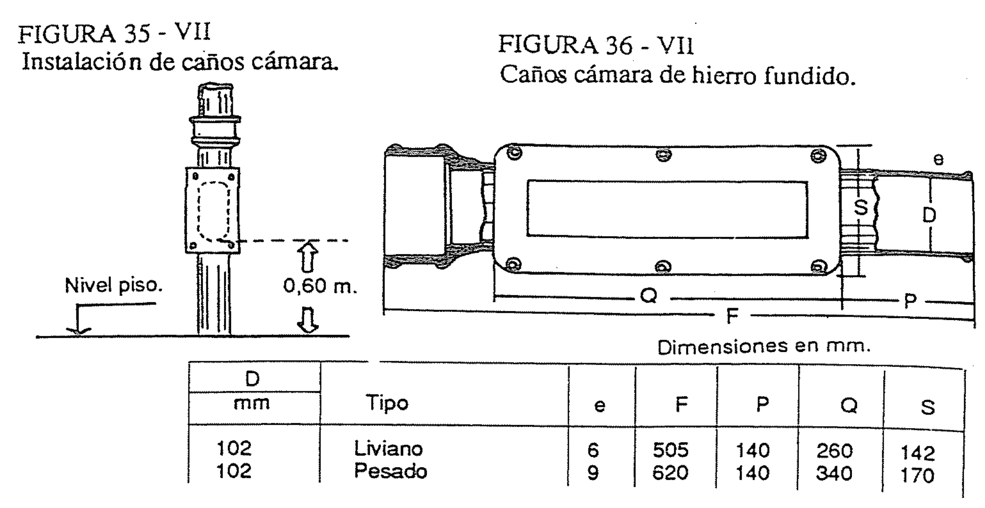
FIGURA 34-VII Cañerías verticales vinculadas con cañerías suspendidas



Las cañerías verticales que reciben inodoro, slop-sink, o pileta de cocina y que vayan conectados ramal de cañería principal, deben llevar *caño cámara vertical* para acceso y desobstrucción colocados a 0,60m sobre el nivel de piso como máximo, como se indica en la figura 35 VII y 36 VII.

FIGURA 35 - VII
Instalación de caños cámara.

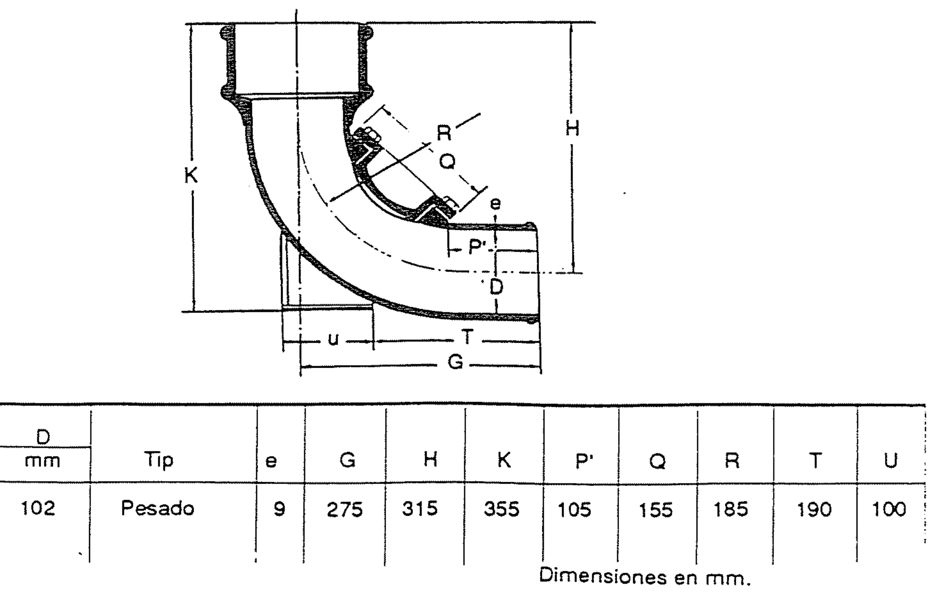
FIGURA 36 - VII
Caños cámara de hierro fundido.



D mm	Tipo	e	F	P	Q	S
102	Liviano	6	505	140	260	142
102	Pesado	9	620	140	340	170

Si la cañería es suspendida en sótanos puede colocarse indistintamente caño cámara vertical o caño con base y tapa de inspección según se muestra en la figura 37 VII.

FIGURA 37 - VII Curvas a 90° con base y tapa de inspección.



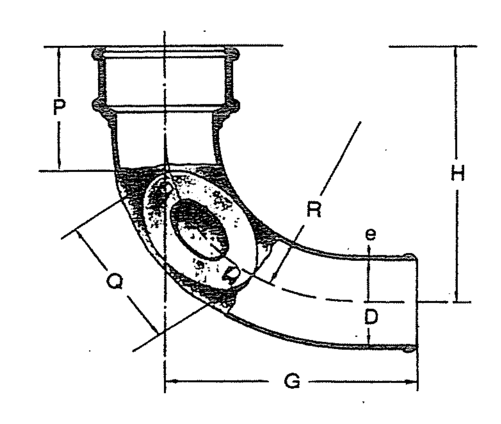
D mm	Tip	e	G	H	K	P'	Q	R	T	U
102	Pesado	9	275	315	355	105	155	185	190	100

Dimensiones en mm.

Cuando la altura de la cañería vertical es menor de 10 metros, se requiere la instalación de elementos de acceso.

Las cañerías que cambian de dirección en su recorrido, deben hacerlo mediante curvas provistas de tapa de inspección, cuando no haya posibilidad de otro acceso directo, cuyas características se indican en la figura 38 VII.

FIGURA 38 - VII Curvas a 90° con tapa de inspección.

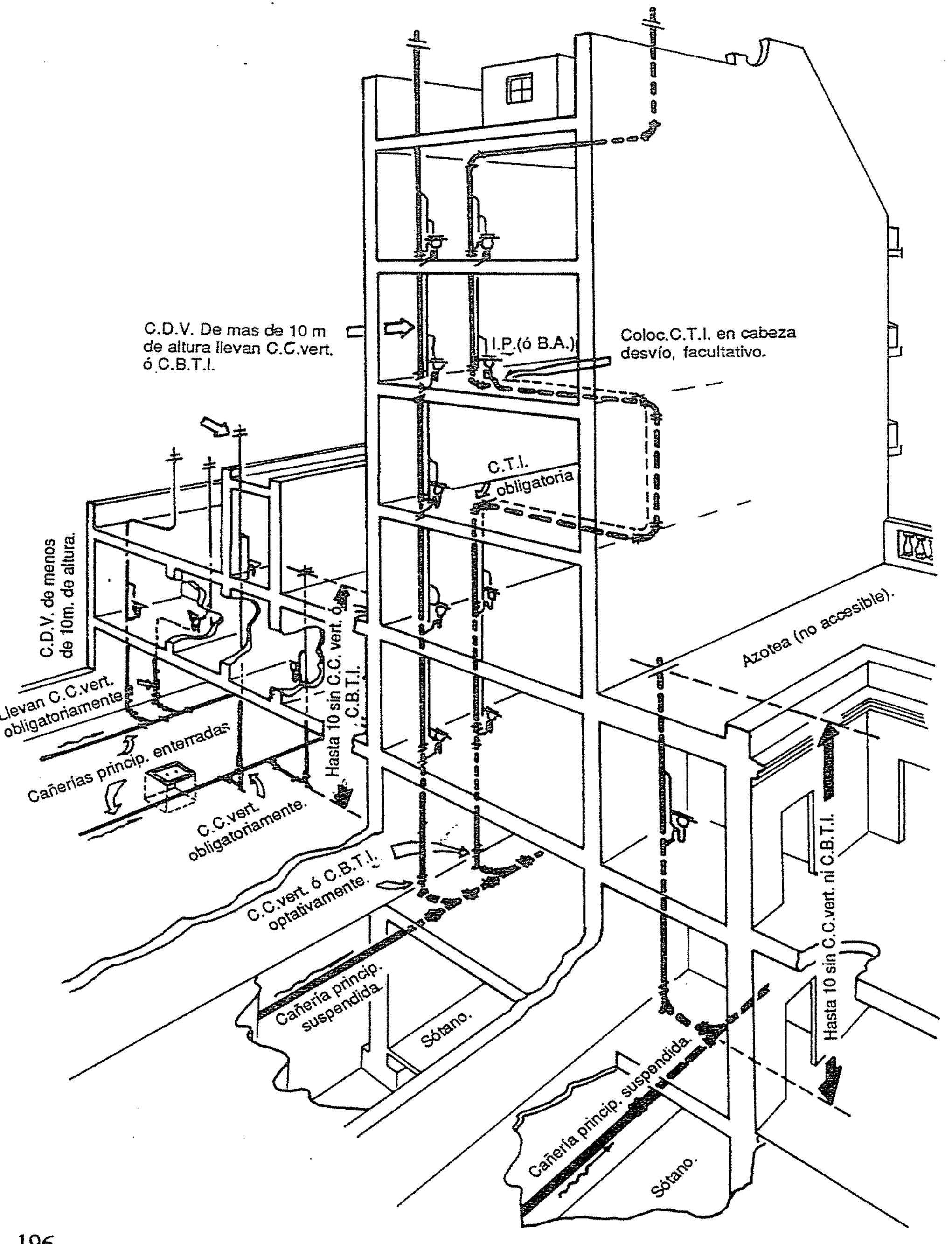


D mm	Tipo	e	G	H	P	Q	R
64	Liviano	6	210	218	130	115	150
102	Liviano	6	270	295	150	150	200
102	Pesado	9	275	317	200	155	185
152	Liviano	6	325	368	215	155	254
152	Pesado	9	450	410	250	155	270

Dimensiones en mm.

En la figura 39 VII se indica como se debe efectuar las respectivas conexiones de acuerdo a lo explicado precedentemente.

FIGURA 39 - VII Detalles de cañerías y conexiones de descargas verticales.



Materiales de las cañerías

El avance de la técnica y la búsqueda de la eficiencia y calidad de las prestaciones ha llevado al desarrollo de nuevos materiales para la eliminación de los efluentes con diseños mas simplificados en los medios unión, apuntando a una mayor simplicidad en el montaje y desarrollando en su elaboración líneas completas de accesorios y medios de acceso como piletas de patios, para permitir resolver todas las alternativas de instalaciones puedan producirse en obra. Se pueden mencionar los siguientes materiales empleados para desagües:

MATERIAL VÍTREO:

Actualmente estos tubos han caído en desuso por su gran fragilidad, si bien tienen un muy buen coeficiente de rozamiento. El sistema de unión es por enchufe con sellado de juntas con material asfáltico preferentemente caliente.

HORMIGÓN COMPRIMIDO Y ASBESTO CEMENTO:

Su uso se limita a diámetros mayores de 50mm. Su principal defecto es la fragilidad y la rugosidad interna, siendo usados generalmente en desagües de una sola planta y en ventilaciones, sellándose las juntas con asfalto o cemento.

Están aprobados para cañerías horizontales y enterradas y no son aptos para tramos verticales y suspendidos.

PLOMO:

Se utiliza en desagües y ventilaciones, en especial para tramos de diámetro mayor de 38 mm hasta 100 mm, son de poca resistencia estructural pero siendo un material muy flexible y fácil de trabajar, se puede prescindir de curvas y codos dada su facibilidad de doblado.

El sistema de unión es por soldadura por calentamiento y aporte de material.

COBRE:

En general se emplea el latón conocido como *hidrobronz* . Se usan en generalmente en vinculación de desagües secundarios fabricándose piletas de pisos especiales. La unión se efectúa en general con soldadura blanda de estaño

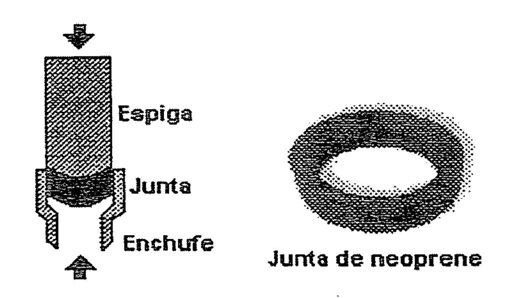
HIERRO FUNDIDO:

Es un buen material, usado tradicionalmente en instalaciones de desagües, son de gran rigidez estructural y de larga vida útil, fabricándose en la línea liviana o pesada según el espesor del tubo. Estas cañerías son adecuadas para tramos de desagües suspendidos y también para soportar elevadas presiones de agua debido a su propia rigidez, admitiendo además, tapadas menos profundas.

Un avance importante en el uso de este material es la simplificación de los medios de unión que antiguamente consistían en realizar una colada de plomo derretido previo a un calafateado de una filástica para ir llenando los intersticios entre la espiga y el enchufe que era de difícil realización.

En la actualidad se efectúan uniones por presión, utilizando juntas de neoprene que se inserta entre la espiga y el enchufe, previo el uso de un sellador de caucho sintético de acuerdo al detalle que se indica en la figura 40-VII.

FIGURA 40-VII. Detalle de unión de caño de hierro fundido



PVC:

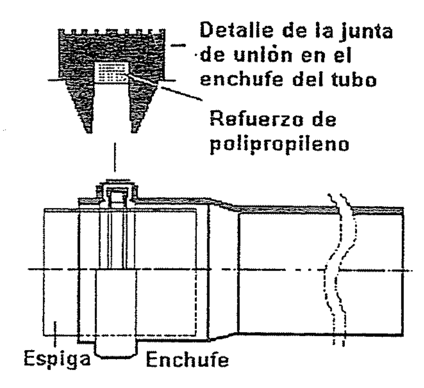
El PVC o policloruro de vinilo es una resina termoplástica que se utilizan en la elaboración de caños para todo tipo de desagües y ventilaciones, fabricándose en dos líneas, liviana y pesada. El sistema de sellado de las uniones se realiza generalmente mediante un pegamento especial a base de resina del mismo material, mas un solvente a base de etil metil cetona aplicado sobre la superficie a unir o también, puede emplearse el mismo sistema de junta elastomérica deslizante que se detalla para los caños de polipropileno.

POLIPROPILENO:

Es un material plástico confiable y simple de instalar, con la ventaja sobre el de PVC que puede utilizarse en desagües de cocina, ya que soporta temperaturas hasta 100°C. El sistema de unión es muy sencillo, consistente en un aro o guarnición elastomérica que presiona mediante un doble labio de apoyo, de acuerdo a lo indicado en la figura 41-VII, lo que asegura estanqueidad y además permite el deslizamiento para absorber las dilataciones por cambios de temperaturas.

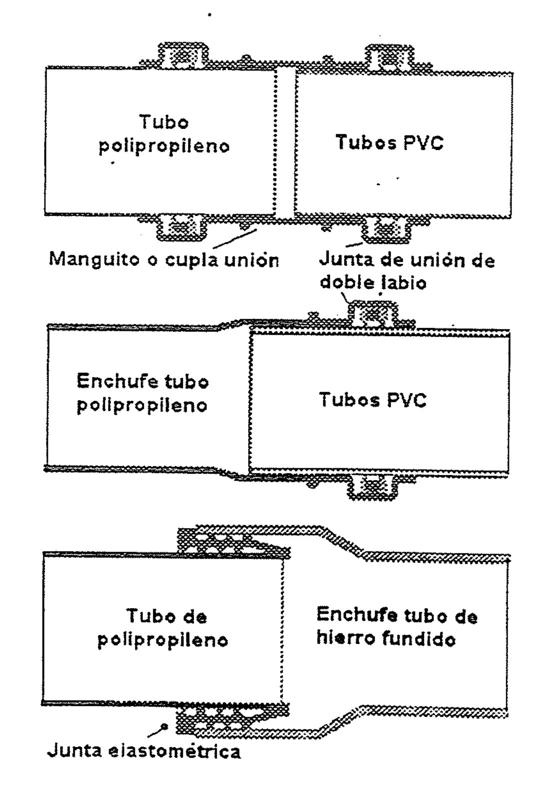
Previo a la inserción a presión de la espiga en el enchufe, se debe rociar uniformemente la junta con un lubricante en aerosol a base de siliconas.

FIGURA 41-VII. Detalle de unión de caño de polipropileno



En caso de necesitar vincularse caños de polipropileno y PVC se utilizan cuplas especiales y si deben empalmarse con caños de hierro fundido se emplean juntas elastoméricas, según los detalles que se indican en la figura 42-VII

FIGURA 42-VII. Detalles de unión de caños e polipropileno con caños de PVC y de hierro fundido

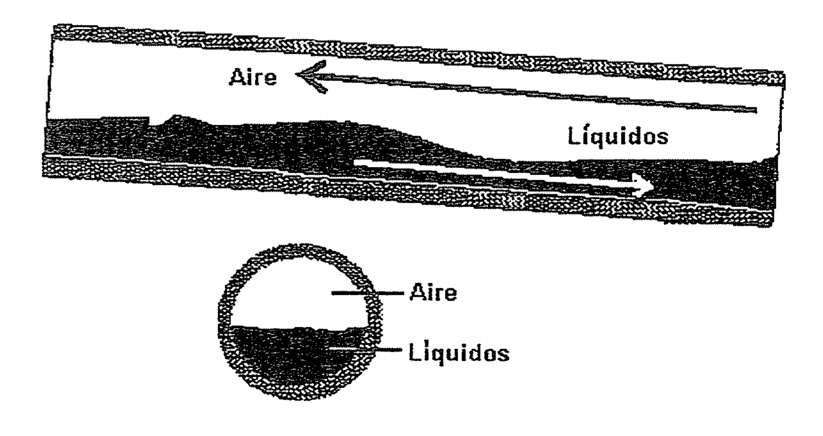


CALCULO DE LAS CAÑERIAS DE DESAGUE CLOACAL

En el cálculo teórico del diámetro de las cañerías de desagüe cloacal existen una serie de factores difíciles de valorar.

En efecto, el escurrimiento de los fluidos en la generalidad de los casos se produce por gravedad, de modo que el desplazamiento es libre según la dirección y la pendiente del conducto como se muestra en la figura 43-VII.

FIGURA 43-VII Escurrimiento del fluido cloacal



De ea manera, el líquido corre hacia abajo y a la vez va desplazando una masa de aire que normalmente circula hacia arriba, la cual es eliminada por las ventilaciones del sistema.

En las cañerías verticales, al caer los efluentes por las columnas se origina circunstancialmente una especie de pistón hidráulico que produce una aspiración en la parte posterior y una compresión del aire hacia delante, que puede ser causa de desifonaje, como se ha consignado en la figura anterior 13-VI.

Además, en las bifurcaciones de cañerías se producen choque de una corriente con otra lo que origina problemas en asignar coeficientes adecuados para el cálculo de estas canalizaciones.

Por lo tanto, se fijan los diámetros de acuerdo a los resultados prácticos de múltiples y cuidadosas experiencias.

Los diámetros de las cañerías de descarga deben adecuarse al volumen del efluente que deben evacuar, para lo cual se establece el valor de la *unidad de descarga* también llamado *factor de carga.*

Como unidad de descarga puede adoptarse 28 litros por minuto, que es aproximadamente el valor de la descarga de un lavatorio común con un diámetro de 32 mm.

Así por ejemplo si se dice que un inodoro tiene 4 unidades de descarga o factores de carga, ello significa que el caudal a descargar es de 4 x 28=112 l /min.

Entonces para los artefactos usuales se han fijado los factores de carga consignados en el cuadro 1 VII.

CUADRO 1 - VII Unidades de descarga de artefactos.

Artefactos	Unidades de descarga
Inodoro con válvula	6
Inodoro con depósito automático	4
Mingitorio con depósito automático	4
Bañadera	2,5
Pileta	2
Lavatorio	1
Bidét	2

En general para el cálculo se utilizan las tablas de Manning, que dan el diámetro de cañerías a sección llena, bajo la sóla influencia de la gravedad para distintas pendientes de acuerdo al tipo de cañería, indicadas en el cuadro 2 y 3 VII.

Debe destacarse, sin embargo, que este sistema de escurrimiento no se efectúa a sección llena, sino que el mismo ocupa solamente una parte de la sección de conducto originando algunas diferencias en los resultados.

Se ha determinado el criterio para establecer el diámetro y pendiente de la cañería principal, consignado en la figura 44 y 45 VII.

CUADRO 2 - VII Caudal de cloacas a sección llena bajo la influencia de la gravedad.

Cañería hormigón

Nota: C:caudal, V:velocidad.

Pendiente por metro lineal	Diametro de cañerías en milímetros.											
	100		150		175		200		225		250	
	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s
0,0001	0,50	0,06	1,48	0,08	2,24	0,09	3,20	0,10	4,38	0,11	5,80	0,12
0,0002	0,71	0,09	2,10	0,12	3,17	0,13	4,52	0,14	5,19	0,16	8,20	0,17
0,0003	0,87	0,11	2,57	0,15	3,88	0,16	5,54	0,18	7,58	0,19	10,04	0,20
0,0004	1,01	0,13	2,98	0,17	4,49	0,19	6,41	0,20	8,78	0,22	11,63	0,24
0,0005	1,13	0,14	3,32	0,19	5,01	0,21	7,15	0,23	9,79	0,25	12,96	0,26
0,00055	1,18	0,15	3,48	0,20	5,25	0,22	7,50	0,24	10,26	0,26	13,60	0,28
0,0006	1,23	0,16	3,64	0,21	5,49	0,23	7,83	0,25	10,72	0,27	14,20	0,29
0,00065	1,28	0,16	3,79	0,21	5,71	0,24	8,15	0,26	11,16	0,28	14,78	0,30
0,0007	1,33	0,17	3,93	0,22	5,93	0,25	8,46	0,27	11,58	0,29	15,34	0,31
0,00075	1,38	0,18	4,07	0,23	6,13	0,26	8,76	0,28	11,99	0,30	15,88	0,32
0,0008	1,42	0,18	4,20	0,24	6,33	0,26	9,04	0,29	12,38	0,31	16,40	0,33
0,00085	1,47	0,19	4,33	0,24	6,53	0,27	9,32	0,30	12,76	0,32	16,90	0,34
0,0009	1,51	0,19	4,45	0,25	6,72	0,28	9,59	0,31	13,13	0,33	17,39	0,35
0,00095	1,55	0,20	4,58	0,26	6,90	0,29	9,86	0,31	13,49	0,34	17,87	0,36
0,001	1,59	0,20	4,70	0,27	7,08	0,29	10,11	0,32	13,84	0,35	18,33	0,37
0,002	2,25	0,29	6,64	0,38	10,02	0,42	14,30	0,46	19,58	0,49	25,93	0,53
0,003	2,76	0,35	8,13	0,46	12,27	0,51	17,52	0,56	23,98	0,60	31,76	0,65
0,004	3,19	0,41	9,39	0,53	14,16	0,59	20,22	0,64	27,69	0,70	36,67	0,75
0,005	3,55	0,45	10,50	0,59	15,84	0,66	22,61	0,72	30,96	0,78	41,00	0,84
0,006	3,90	0,50	11,52	0,65	17,34	0,72	24,76	0,79	33,90	0,85	44,90	0,91
0,007	4,21	0,54	12,42	0,70	18,74	0,78	26,75	0,85	33,63	0,92	48,51	0,99
0,008	4,50	0,57	15,28	0,75	20,03	0,83	28,60	0,91	39,16	0,98	51,86	1,06
0,009	4,78	0,61	14,09	0,80	21,25	0,88	30,34	0,97	41,53	1,04	55,01	1,12
0,010	5,04	0,4	14,85	0,84	22,40	0,93	31,98	1,02	43,78	1,10	57,98	1,18
0,011	5,28	0,67	15,57	0,88	23,49	0,98	33,54	1,07	45,91	1,15	60,81	1,24
0,012	5,52	0,70	16,27	0,92	24,53	1,02	35,03	1,12	47,96	1,21	63,51	1,29
0,013	5,74	0,73	16,93	0,96	25,54	1,06	36,46	1,16	49,91	1,26	66,11	1,35
0,014	5,96	0,76	17,57	0,99	26,50	1,10	37,84	1,20	51,80	1,30	68,60	1,40
0,015	6,17	0,79	18,19	1,03	27,43	1,14	39,16	1,25	53,62	1,35	71,01	1,45

CUADRO 3 - VII Caudal de cloacas a sección llena bajo la influencia de la gravedad.

Nota : C: caudal, V: velocidad.

Cañerias de plástico

Pendiente por metro lineal	Diámetro de las cañerías en milímetros.											
	100		150		175		200		225		250	
	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s	C l/s	V m/s
0,0001	0,71	0,09	2,05	0,11	3,12	0,13	4,44	0,14	6,12	0,15	8,07	0,16
0,0002	1,00	0,12	2,90	0,16	4,42	0,18	6,27	0,19	8,65	0,21	11,41	0,23
0,0003	1,23	0,15	3,55	0,20	5,41	0,22	7,68	0,24	10,50	0,26	13,97	0,28
0,0004	1,42	0,17	4,10	0,23	5,75	0,25	8,87	0,27	12,24	0,30	16,13	0,32
0,0005	1,58	0,19	4,59	0,25	5,99	0,28	9,92	0,31	13,68	0,33	18,03	0,36
0,00055	1,66	0,20	4,81	0,27	7,33	0,29	10,40	0,32	14,35	0,35	18,91	0,37
0,0006	1,73	0,21	5,02	0,28	7,65	0,31	10,87	0,34	14,99	0,36	19,76	0,39
0,00065	1,80	0,22	5,23	0,29	7,97	0,32	11,31	0,35	15,60	0,38	20,56	0,41
0,0007	1,87	0,23	5,43	0,30	8,17	0,33	11,74	0,36	16,19	0,39	21,34	0,42
0,00075	1,94	0,24	5,62	0,31	8,56	0,34	12,15	0,38	16,75	0,41	22,09	0,44
0,0008	2,00	0,25	5,80	0,32	8,84	0,36	12,55	0,39	17,30	0,42	22,81	0,45
0,00085	2,06	0,25	5,98	0,33	9,11	0,37	12,93	0,40	17,84	0,43	23,31	0,46
0,0009	2,12	0,26	6,15	0,34	9,37	0,38	13,31	0,41	18,35	0,45	24,20	0,48
0,00095	2,18	0,27	6,32	0,35	9,63	0,39	13,67	0,42	18,86	0,46	24,86	0,49
0,001	2,24	0,27	6,49	0,36	9,88	0,40	14,03	0,43	19,35	0,47	25,50	0,50
0,002	3,17	0,39	9,17	0,51	13,97	0,56	19,84	0,61	27,36	0,66	36,07	0,71
0,003	3,79	0,47	11,73	0,62	17,12	0,69	24,30	0,75	33,51	0,81	44,17	0,87
0,004	4,48	0,55	12,90	0,71	19,76	0,79	28,96	0,87	38,69	0,94	51,01	1,01
0,005	5,01	0,61	14,50	0,80	22,10	0,89	31,37	0,97	43,26	1,05	57,02	1,13
0,006	5,48	0,67	15,89	0,87	24,21	0,97	34,36	1,06	47,39	1,15	62,47	1,23
0,007	5,92	0,72	17,16	0,95	26,14	1,05	37,12	1,15	51,19	1,24	67,48	1,33
0,008	6,63	0,77	18,34	1,01	27,95	1,12	39,68	1,23	54,72	1,33	72,14	1,42
0,009	6,72	0,82	19,46	1,07	29,65	1,19	42,09	1,30	58,04	1,41	76,51	1,51
0,010	7,08	0,87	20,51	1,13	31,25	1,26	44,36	1,37	61,18	1,49	80,65	1,59
0,011	7,42	0,91	21,51	1,18	32,77	1,32	46,53	1,44	64,17	1,56	84,59	1,67
0,012	7,75	0,95	22,47	1,24	34,23	1,38	48,60	1,50	67,02	1,63	88,35	1,74
0,013	8,07	0,99	23,38	1,29	35,63	1,43	50,58	1,56	69,76	1,69	91,96	1,81
0,014	8,38	1,03	24,27	1,34	36,97	1,49	52,49	1,62	72,39	1,76	95,43	1,88
0,015	8,67	1,06	25,12	1,38	38,27	1,54	54,34	1,68	74,93	1,82	98,78	1,95

FIGURA 44 - VII Diámetros y pendientes de la cañería principal. 0,100 m.

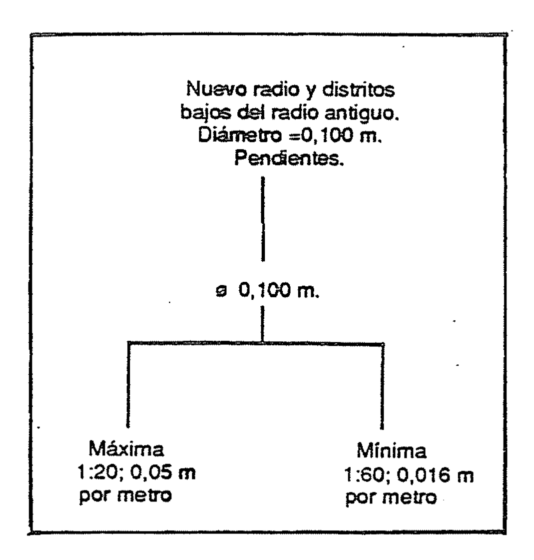
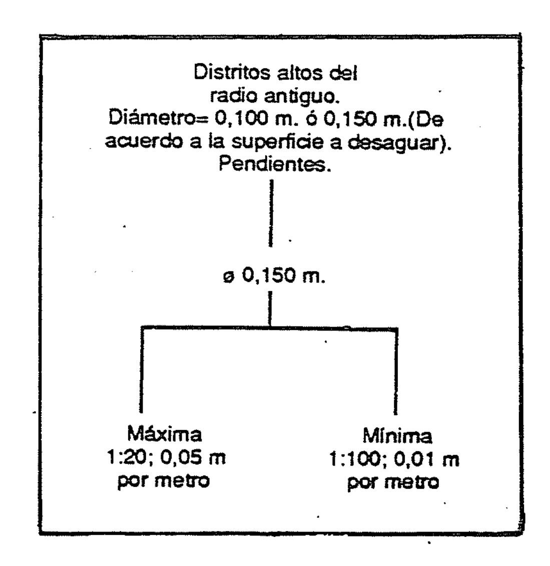


FIGURA 45 - VII Diámetros y pendientes de la cañería principal. 0,150 m.



Surge de las figuras que el diámetro de las cañerías principales de las instalaciones de desagüe cloacal es en general de 0,100 m. y solo se emplea 0,150 m en muy grandes instalaciones, especialmente en los casos de desagües unitarios, cloacal- pluvial.

En cuanto a las pendientes límites adoptadas para las cañerías horizontales, la experiencia ha demostrado que son los márgenes dentro de los cuales se observa un buen funcionamiento del desagüe cloacal .

Si la pendiente es insuficiente, por debajo de los valores indicados, los efluentes escurren lentamente y pueden originar sedimentaciones de los residuos en las cañerías y una pendiente excesiva, hace que los líquidos escurran muy rápidamente y tampoco arrastren adecuadamente los residuos sólidos, produciéndose en ambos casos obstrucciones.

CASO DE PENDIENTES SUPERIORES A LOS LIMITES ESTABLECIDOS

Si en el proyecto se superan los valores consignados para las pendientes máximas, se pueden emplear *saltos* en la red de cañerías de desagüe cloacal de acuerdo a lo detallado precedentemente.

En cuanto a las pendientes mínimas en general se pueden cumplir, salvo excepciones. Si se presenta este problema, se puede recurrir a dos soluciones:

- Pozo de bombeo
- Tanque de inundación

El *pozo de bombeo* es un recipiente recolector de los efluentes, que se ubica bajo el nivel de la colectora externa, de modo que las cañerías se proyectan con las pendientes adecuadas para desaguar al mismo, produciéndose el desagote del pozo mediante bombeo automático a la colectora, de a acuerdo a lo que se explicará posteriormente cuando se trate el caso de desagües de artefactos ubicados bajo el nivel de la acera.

El *tanque de inundación* , consiste en un artefacto que arroja periódicamente a las cañerías un elevado volumen de agua con objeto de arrastrar los depósitos que puedan producirse, debido a la escasa velocidad de los efluentes.

Está constituido por un tanque de almacenamiento de agua que se coloca a una altura que varía de 1 a 4 metros según el tipo de instalación, que debe tener la capacidad de 1/3 del volumen de las cañerías, con un mínimo de 100 litros.

Cuenta con un dispositivo de descarga rápida del agua para producir la desobstruccción, que debe funcionar automáticamente cuando el agua del tanque alcanza cierto nivel en forma contante y periódica, en un tiempo que se regula mediante el agrado de apertura de una canilla de servicio que alimenta el depósito permanentemente.

Esta solución no es la mas apropiada, porque requiere un consumo permanente de agua potable en el edificio.

Trazado y montaje de las cañerías.

Para el montaje de las cañerías de desagüe cloacal, se ejecutan zanjas de un ancho aproximado de 60cm, estableciendose el punto de arranque de la excavación por la tapada de la conexión bajo vereda, dato que la Compañía Distribuidora proporciona en función de la distribución de la red externa, en una *boleta de nivel* en la que se indica la profundidad de la conexión y la ubicación de la misma.

Por tal motivo la primera tarea a realizar es descubrir la conexión y verificar su cota real, lo que puede provocar alguna corrección del proyecto.

Determinado el punto de arranque, que siempre se establece en el *intradós* del caño, que consiste en la parte interna superior según se indica en la figura 46 VII, se establecen puntos de referencia que sirven para realizar el tendido.

Para la mejor claridad del proyecto en base al nivel establecido en la boleta se fija un plano de comparación a varios metros del nivel vereda, generalmente a 3 metros bajo la misma.

En obra se utiliza un *plano de comparación auxiliar*, que suele indicarse en las paredes existentes y que a los fines prácticos se fija a 1 metro sobre nivel vereda. De modo que el plano de comparación auxiliar se encuentra a 4 metros sobre el plano de comparación del proyecto según se indica en la figura 47 VII.

Para establecer la profundidad de la zanja, se resta a los 4 metros que constituye el plano auxiliar de referencia, la cota de intradós del caño, valor al que hay que sumar el diámetro y espesor del caño.

De esta manera entonces se replantean los ejes de las cañerías y los de la cámara de inspección.

FIGURA 46 - VII Línea de intradós del caño.

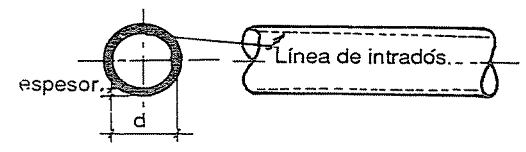
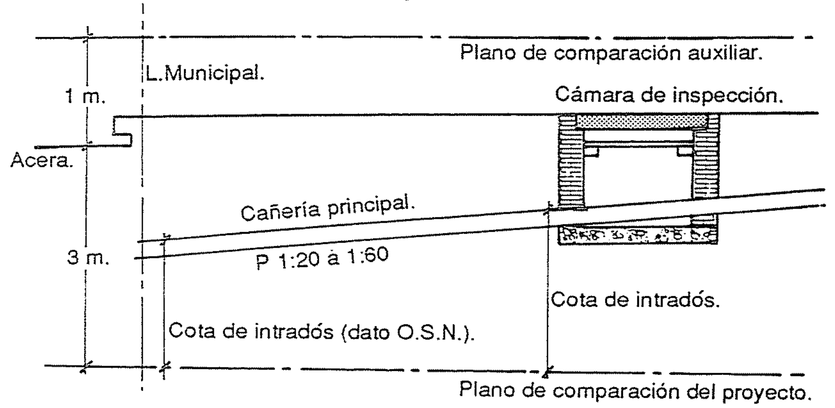
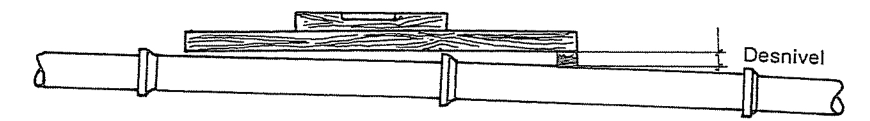


FIGURA 47 - VII Plano de comparación.



Para la obtención del fondo de la zanja que debe de servir de asiento a la cañería se da un fondo algo mas elevado que el definitivo, y luego se ajusta valiendose de puntos fijos que se unen con piolines tirantes que dan el fondo terminado, y se verifica con regla y nivel según se observa en la figura 48 VII.

FIGURA 48 - VII Determinación de pendiente.

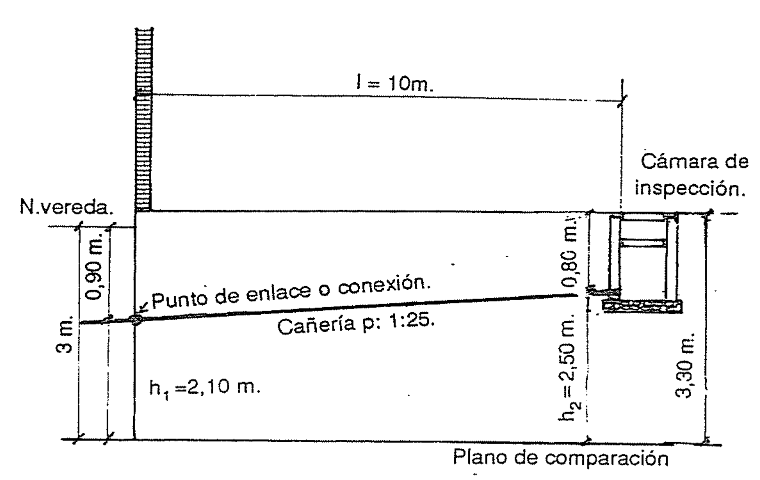


Cuando el terreno es poco consistente, o la zanja haya sido indebidamente profundizada, es conveniente realizar el montaje sobre un contrapiso de hormigón de cascotes.

EJEMPLO

Supóngase determinar la pendiente de la cañería principal, cuyos datos son los consignados en la figura 49 VII.

FIGURA 49 - VII Cálculo de pendiente de cañería principal.



* Largo de la cañería desde el punto de enlace hasta cámara de inspección 10 m.
* Tapada del punto de enlace 0,90 m bajo nivel vereda.

Se toma el plano de comparación del proyecto a 3 m bajo nivel vereda, junto a la línea de edificación municipal.

Como la tapada inferior es de 0,90 m en el enlace, se tiene las siguiente altura h_1 sobre el plano de comparación:

$$h_1 = 3 - 0{,}90 = 2{,}10 \text{ m}$$

Se supone que la cámara de inspección se encuentra a 30 cm mas alta que el nivel de vereda, por lo que su altura h_2 con respecto al plano de comparación, considerando una profundidad de la cámara hasta el intradós del caño de entrada de 80 cm vale:

$$h_2 = 3 + 0{,}30 - 0{,}80 = 2{,}50 \text{ m}$$

De esa manera la pendiente de la cañería es de:

$$p = \frac{h_2 - h_1}{l} = \frac{2.50 - 2.10}{10} = 0{,}04 \quad (1:25)$$

Tratándose de caño de 0,100 m, la pendiente debe estar comprendida entre 1:20 y 1:60, de acuerdo a lo indicado en la figura 44 VII anterior, por lo que este valor es aceptable.

Otra forma sería si se quiere *fijar la pendiente*, para lo que se calcula la profundidad de la cámara de inspección, la que debe estar comprendida dentro de las alturas reglamentarias.

De esa manera de la ecuación anterior se despeja h_2.

$$p = \frac{h_2 - h_1}{l} \therefore \quad h_2 = h_1 + p \cdot l$$

Si se trata de varios tramos, al llegar a la tapada o profundidad del caño del último artefacto, su valor debe ser siempre mayor que la mínima que establecen las normas, de acuerdo al tipo de cañerías como se indica en la figura 20 VII.

Desde el punto de vista económico, conviene fijar la menor tapada posible a fin de reducir el volumen de escavación, profundidad de cámaras de inspección, etc.

En los casos de las cámaras de inspección se debe considerar entre la salida y entrada de los caños, un salto de 5 cm para 60 x 60 cm o 10 cm para 60 x 100 cm, según se indicó en las figuras 9 a 12 VII anteriores.

Desagüe de artefactos ubicados bajo el nivel de la acera.

Cuando deben instalarse artefactos bajo el nivel de la vereda, como el caso de sótanos, el desagüe a la colectora externa puede hacerse por:

* Gravitación.
* Bombeo.

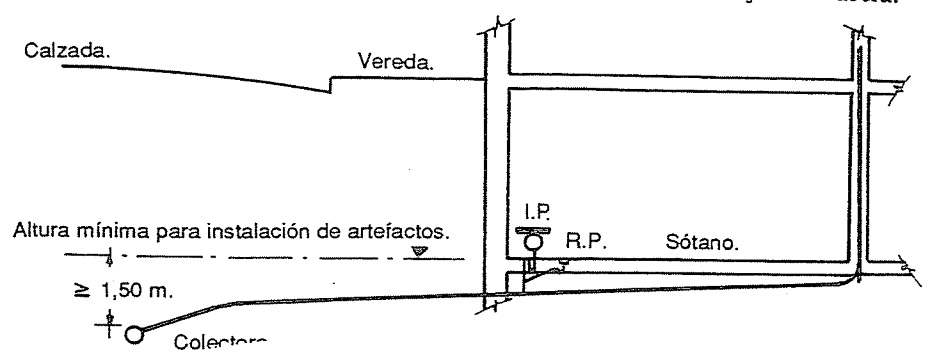
DESAGUE POR GRAVITACION

Se puede efectuar cuando la colectora cloacal se halla como mínimo 1,50 metros mas profunda que los artefactos que desaguan como se indica en la figura 50 VII.

Además no debe existir la posibilidad de que en caso de obstrucción el efluente

pueda desbordar al local por los artefactos, para lo cual la boca de registro mas alta debe tener menos nivel que los mismos.

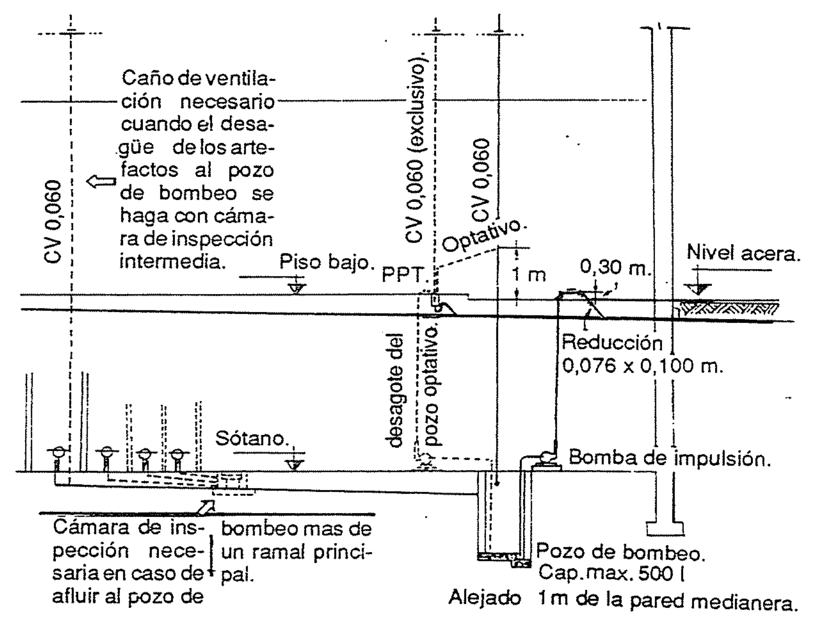
FIGURA 50 - VII Desagüe por gravitación de artefactos bajo nivel acera.



DESAGUE POR BOMBEO

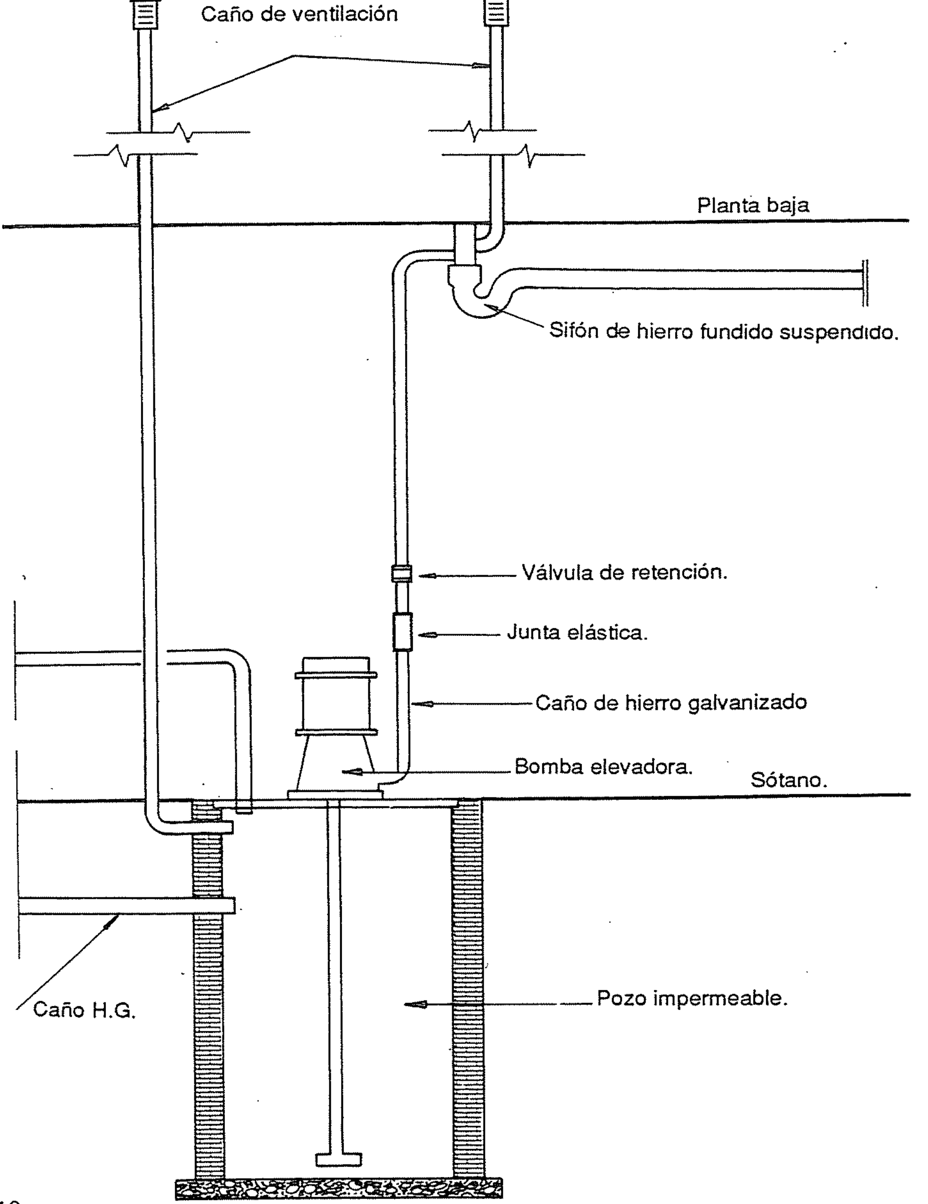
Cuando no es posible el desagüe por gravitación debe preverse una instalación de bombeo como se muestra en la figura 51 VII. A tal fin se envía el efluente a un pozo impermeable, desde donde se bombea a la cañería principal.

FIGURA 51 - VII Desagüe por bombeo de artefactos bajo nivel acera.



El pozo debe ser dimensionado de acuerdo al volumen del efluente de manera que los líquidos no esten estancados en él mas de 6 horas y su capacidad máxima debe ser de 500 litros.

FIGURA 52 - VII Pozo impermeable para bombeo de efluentes.



El pozo debe estar alejado como mínimo 1 m. de la medianera.

En caso de que al pozo concurran mas de un ramal principal se debe instalar siempre cámara de inspección o boca de acceso en el caso de bombeos de efluentes primarios.

La *bomba eléctrica automática* debe colocarse alejada como mínimo 0,80 m de la pared medianera y con acceso del encargado en casa de departamentos.

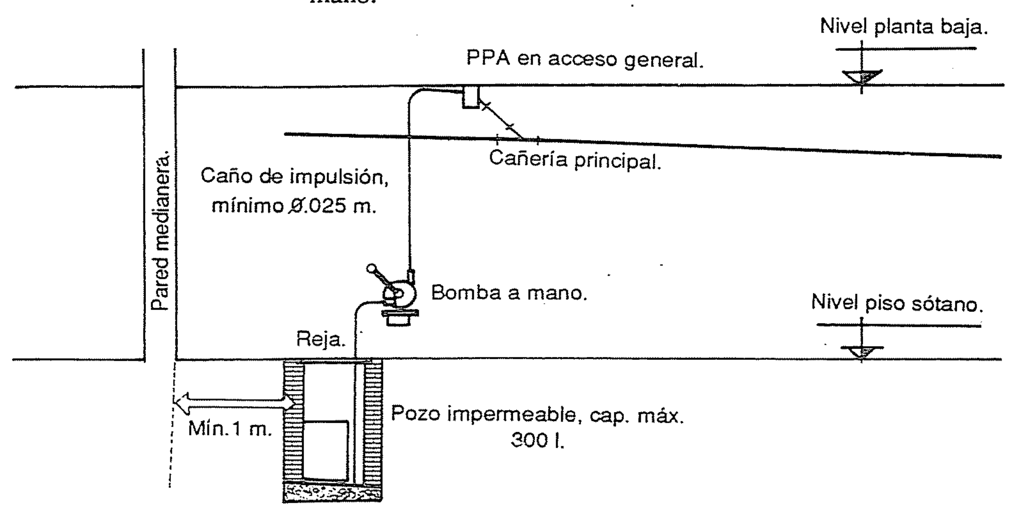
Se establece el diámetro de la cañería de impulsión en 0,075 m en caso de desagües de inodoros o slop sink y de 0,050 m en los demás casos, como mínimo.

El bombeo puede hacerce en forma optativa a una pileta de piso tapada de 0,100 m exclusiva con desagüe a la cañería principal o en forma directa a 0,30m por sobre la misma a fin de evitar el retroceso del efluente.

El pozo debe ser ventilado con una cañería de 0,060 m exclusiva. A su vez la pileta de piso tapada debe ventilarse con una cañería de 0,060 m exclusiva o conectada al caño de ventilación del pozo a 1,00 m sobre el nivel del piso como mínimo.

En la figura 52 VII se indican las características de montaje de un pozo impermeable de bombeo. En locales de calefacción, bombas, etc. se permite la construcción de pozo impermeable de hasta 300 litros como máximo, con desagüe con bombeo a mano como se describe en la figura 53 VII.

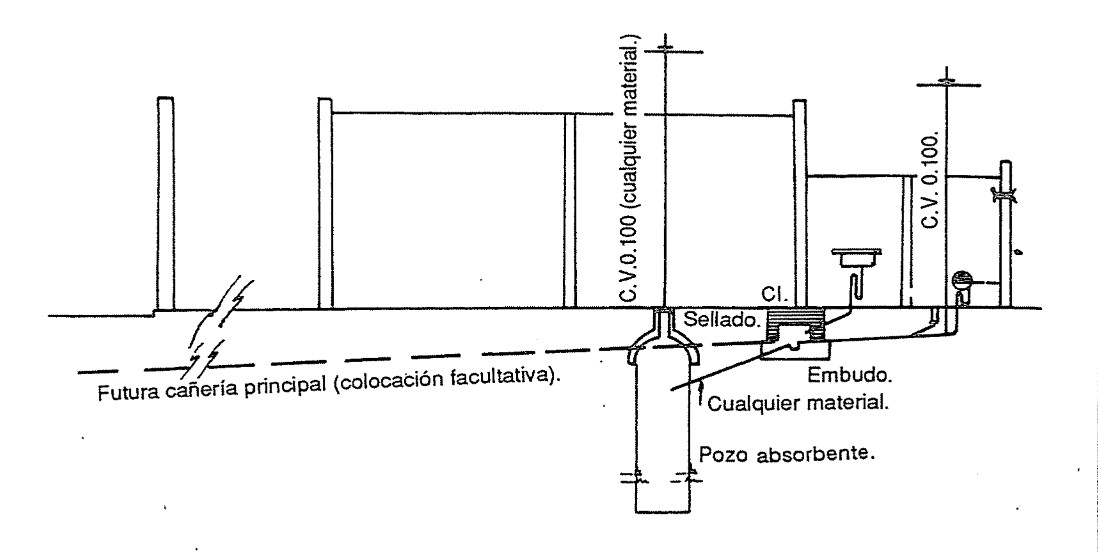
FIGURA 53 - VII Pozo impermeable hasta 300 litros con desagote por bombeo a mano.



Desagües provisionales a pozo absorbente.

En caso que no exista colectora habilitada de la red cloacal y se utilice como sistema estático el desagüe a pozo absorbente, se establece un *nivel provisional*, de modo que pueda instalarse en forma facultativa la cañería principal, y mediante una simple conexión se pueda desvincular de la red interna del pozo para unirse a la futura red externa a instalar, como se señala en la figura 54 VII.

FIGURA 54 - VII Desagües provisionales a pozo absorbente.



ARTEFACTOS PRIMARIOS

Por razones higiénicas es necesario la rápida evacuación de los efluentes constituídos por las materias fecales y orinas, utilizandose a tal efecto artefactos de descarga que tienen cierres hidráulico o sifón. Ello los diferencia de los artefactos secundarios que por su característica y tipo de descarga no lo necesitan.

Se pueden mencionar los siguientes artefactos primarios:

* Inodoros (pedestal, común o a la turca).
* Slop - sink.
* Lavachatas.
* Mingitorios (palangana, canaleta).

Además se consideran primarios los siguientes elementos de las instalaciones:

* Cámara de inspección principal.
* Sifones desconectores (Bouchand).
* Cámaras de inspección.
* Cámaras de acceso.
* Bocas de acceso.
* Piletas de piso de bombeo cloacal, mingitorios, desagüe de piso de locales de inodoro común, mingitorios y slop-sinks.
* Rejillas de piso de locales de inodoro común, mingitorios y slop-sinks.

Inodoros.

Es el artefacto primario mas importante, fabricándose de fundición esmaltada, loza, porcelana, gres vitrificado, etc.

Se componen basicamente de dos partes fundamentales que son:

* Palangana.
* Sifón o cierre hidráulico.

Los tipos mas importantes son los siguientes:

* Inodoro común o a la turca.
* Inodoro a pedestal.

INODORO COMUN O A LA TURCA

Estos inodoros constan de palangana y sifón en piezas separadas.

El inodoro común es el indicado en la figura 55 VII, instalandose sobre el nivel piso, dentro de un maciso de mampostería, cubierto de una chapa impermeable.

El inodoro a la turca se basa en el mismo criterio, según se muestra en la figura 56 VII, pero se instalan a nivel piso.

Se debe instalar en ambos casos una canilla de limpieza, debiéndose efectuar el desagüe del piso por medio de rejilla o pileta de piso, salvo en el caso de inodoros a la turca que pueden recibir el desagüe.

INODORO A PEDESTAL

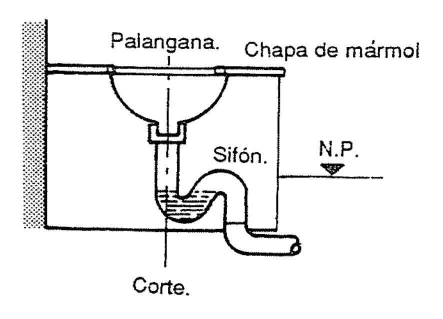
El inodoro a pedestal según se observa en la foto 1 VII, consta de una sola pieza que contiene la palangana y el sifón.

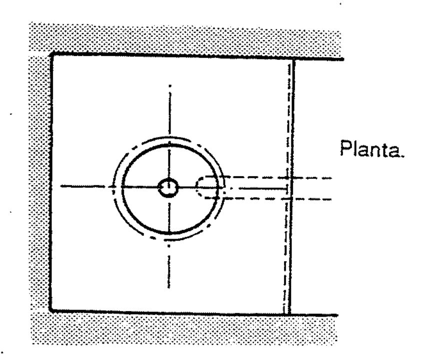
Hay en plaza numerosos diseños pero todos se basan en dos tipos fundamentales:

* No sifónicos o palangana alta.
* Sifónicos o palangana baja.

En los *inodoros no sifónicos o de palangana alta* como se detalla en la figura 57 VII, la limpieza del artefacto se produce por el *arrastre* debido al agua de limpieza, que descarga en forma abundante.

FIGURA 55 - VII Inodoro común.

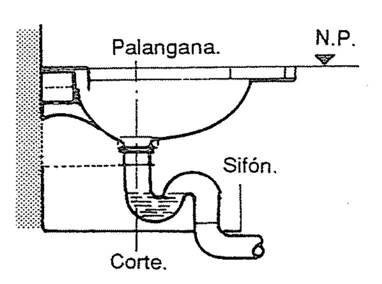




Los *inodoros sifónicos* o de palangana baja según se muestra en la figura 58 VII, funcionan en base al *cebado del sifón* debido a la descarga del agua de limpieza, que produce la succión de las materias depositadas en la palangana.

Los inodoros sifónicos son mas higiénicos en cuanto a la emanación de olores, pero son algo mas ruidosos debido al cebado del sifón.

FIGURA 56 - VII Inodoro a la turca.



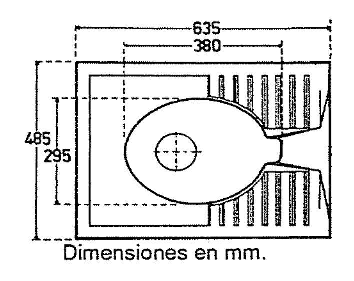


FOTO 1 VII Inodoro pedestal.

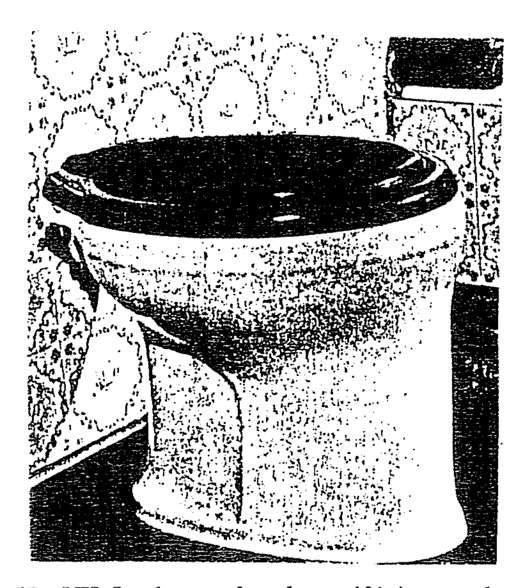


FIGURA 57 - VII Inodoro pedestal no sifónico o palangana alta .

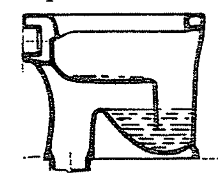
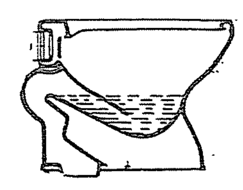


FIGURA 58 - VII Inodoro pedestal sifónico o palangana baja.

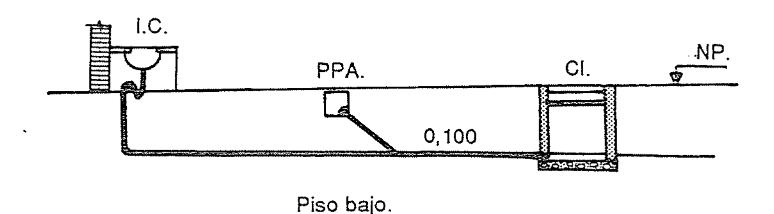


CONSIDERACIONES DE DESAGUES DE INODOROS

Los inodoros a la turca o los comunes no pueden ser removidos de lugar con facilidad, como en el caso de los inodoros a pedestal, por estar empotrados en la mampostería.

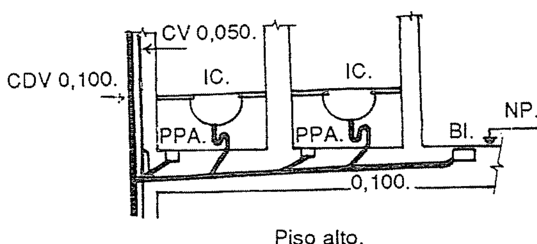
Por ello, para prevenir la necesidad de efectuar desobstrucciones, se hacen descargar en piso bajo a cámara de inspección o ramal con tapa de inspección y en piso alto a ramal de la cañería de descarga, colocando boca de inspección en el ramal a nivel de piso, como se indica en las figuras 59 y 60 VII, respectivamente.

FIGURA 59 - VII Descarga de inodoros comunes en piso bajo.



Piso bajo.

FIGURA 60 - VII Descarga de inodoros comunes en pisos altos.



Piso alto.

En los locales donde se instalan inodoros comunes o a la turca, no se deben ubicar otros artefactos que puedan ser facilmente salpicados por orinas, por ejemplo bañaderas, bidets, etc, lo que transformaría dichos artefactos en poco higiénicos.

Por dicho motivo suelen separarse estos inodoros de los otros artefactos para albergarlos, en locales reducidos.

Los inodoros a pedestal, se asientan directamente sobre el piso, y mediante los agujeros de que vienen provistos se los asegura con tacos de madera o tarugos expandibles, rellenandose las juntas con masilla para lograr estanqueidad.

De esa manera el inodoro a pedestal es removible permitiendo la desobstrucción de la cañería de descarga desde ese punto.

Por ello descargan directamente a la cañería principal, a la cámara de inspección o a ramal como se detalla en las figuras 61 a 63 VII.

FIGURA 61 - VII Descarga de inodoro pedestal a cañería principal.

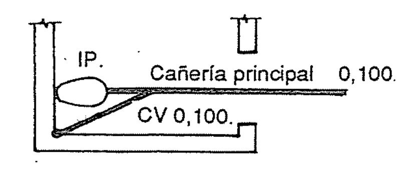


FIGURA 62 - VII Descarga de inodoro pedestal a cámara de inspección.

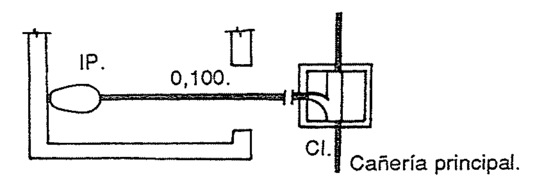
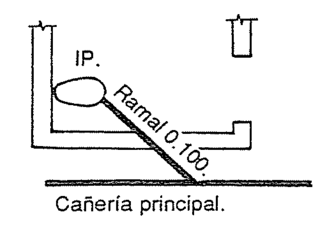


FIGURA 63 - VII Descarga de inodoro pedestal a ramal de cañería principal.



En planta alta el desagüe se hace a ramal de cañería de descarga y ventilación. El sifón debe ventilarse mediante cañerías de diámetro 0,050 m,como se indica en la figura 64 VII.

Con mucha frecuencia la descarga se realiza utilizando ramales múltiples de hierro fundido o plomo. Es denominado generalmente *codo "Yola"* a un codo múltiple que permite recibir la descarga de pileta de piso y también de cocina, y tiene conexión para ventilación como se muestra en la figura 65 VII.

FIGURA 64 - VII Descarga de inodoros pedestal en pisos altos.

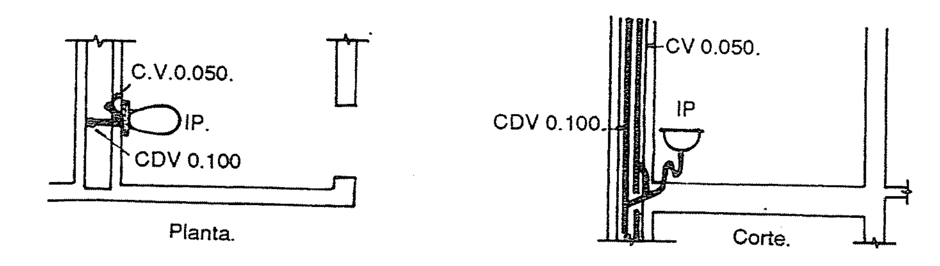
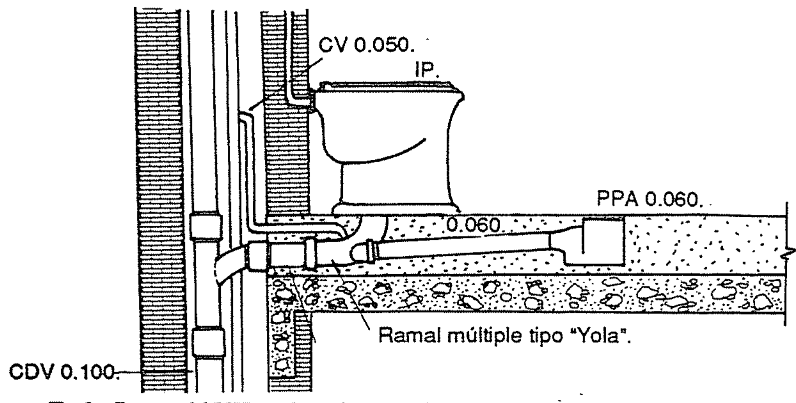
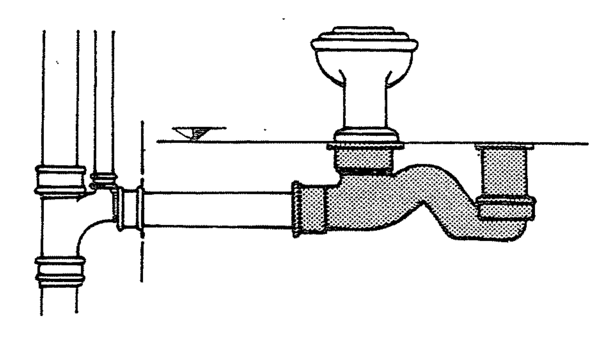


FIGURA 65 - VII Codo tipo "Yola".



En la figura 66 VII se describe una instalación con el codo tipo Pro-sa que permite **unificar en un** solo elemento el desagüe de inodoro y la pileta de piso abierta, reduciendo costos.

FIGURA 66 - VII Codo tipo Pro - sa.



La cantidad máxima de inodoros, a caño descarga ventilación de 0,100 m, con depósito automático inodoro es de 50, y con válvulas de 28.

Mingitorios.

Es un artefacto primario destinado a la eliminación de orinas.
Pueden ser de tres tipos:

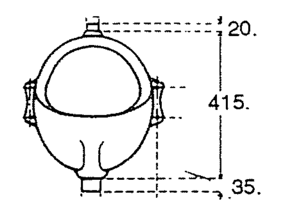
* Canaleta.
* Palangana.
* Monolíticos.

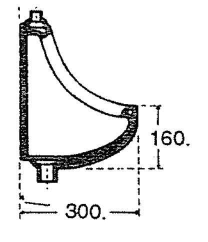
Los de *canaleta* como lo indica su nombre consiste en una canaleta de gres, material vítreo o hierro fundido, colocada en el piso y que desagua a una pileta de piso abierta.

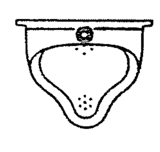
La limpieza de los mismos se efectúa mediante una cañería horizontal de hierro galvanizado, bronce o latón, agujereada, que proyecta el agua sobre la pared en forma de lluvia.

Los de *palangana* estan constituído por un artefacto completo de loza vitrificada de diversas formas que se adosan a la pared, como lo indica la figura 67 VII.

FIGURA 67 - VII Mingitorios de palangana.







Dimensiones en mm.

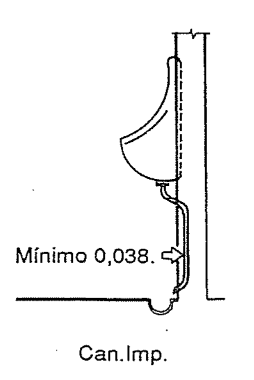
Los *monolíticos* de loza o hierro fundido enlozado que vienen en una o varias piezas que permiten el armado en obra, con ángulos redondeados, son utilizados en obras de cierta categoría.

La provisión de agua para el lavado se efectua por medio de depósito automáticos de mingitorios, utilizandose para la descarga la cañería agujereada mencionada precedentemente o la alimentación individual de agua a cada artefacto.

Los diámetros mínimos de desagüe de los mingitorios a palangana, que son los artefactos mas utilizadòs son los siguientes:

* Desagüe a canaleta impermeable (figura 68 VII).................... Diámetro mínimo 0,038 m.
* Desagüe pileta de piso abierta de 0,060 m:
  — Alejada 3 m como máximo. (figura 69 VII.)........................ Diámetro mínimo 0,038 m.
  — Alejada mas de 3 m hasta 5 m (figura 70 VII)....................... Diámetro mínimo 0,050 m.
* Desagüe a pileta de piso abierta de 0,060 m alejada mas de 5 m,o bien si desaguan directamente a la cañería principal con sifón, (figura 71 VII)........................ Diámetro mínimo 0,060 m.

FIGURA 68 - VII Desagüe de mingitorios a canaleta impermeable



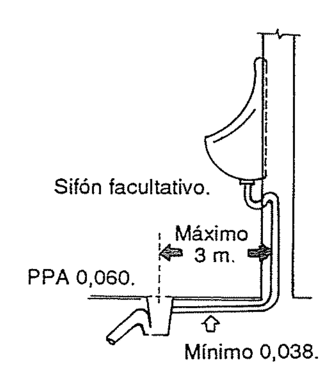
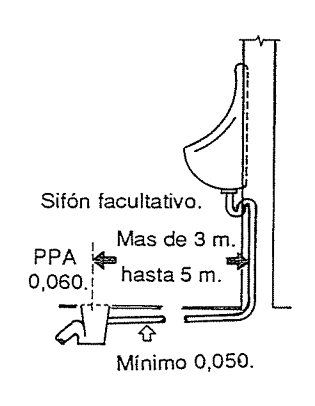


FIGURA 69 - VII Desagüe de mingitorios a pileta de piso abierta (máximo 3 m).

FIGURA 70 - VII Desagüe de mingitorios a pileta de piso abierta (> 3 a 5 m).



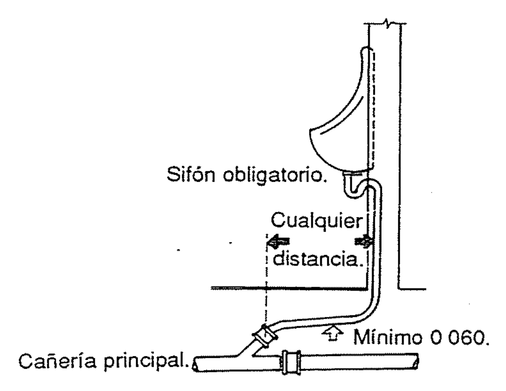


FIGURA 71 - VII Desagües de mingitorios a cañería principal.

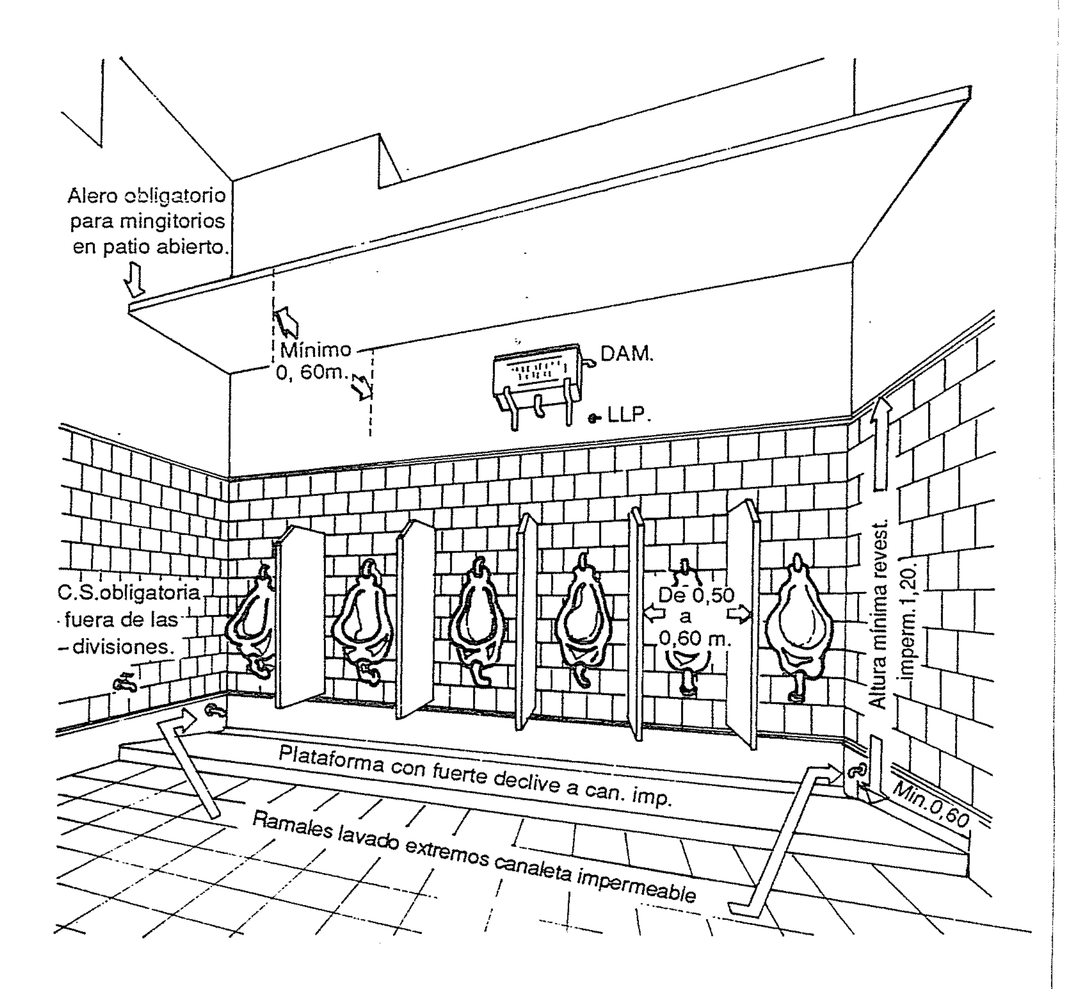
Los mingitorios deben estar provistos de divisiones impermeables como por ejemplo mármol, separados de 0,55 a 0,60 m.

La altura del revestimiento impermeable del recinto debe ser como mínimo 1,20 m.

En estos recintos debe instalarse obligatoriamente una canilla de servicio para el lavado, la que debe colocarse fuera de las divisiones.

Debe construirse una plataforma con declive a la canaleta y si estan al aire libre deben tener un alero de protección de 0,60 m de ancho como mínimo, como se muestra en la figura 72 VII.

FIGURA 72 - VII Detalle de montaje de mingitorios al aire libre.



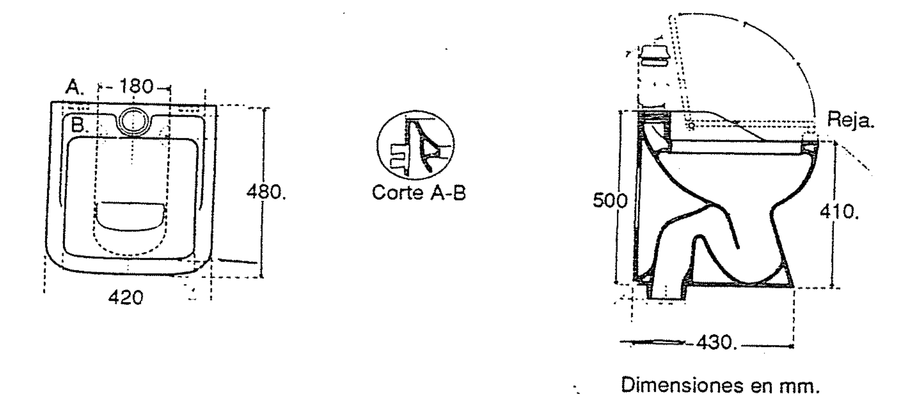
Vaciadero o slop sink.

Son artefactos para el uso en sanatorios y hospitales, destinados a la eliminación de desechos,. producidos por las operaciones.

Son similares a los inodoros a pedestal, con el agregado de una rejilla que impide el pasaje de materias sólidas como gasas, trapos, algodones, etc, que no deben pasar a la cañería principal, y de una reja soporte que permite apoyar los objetos a lavar, como se señala en la figura 73 VII.

El lavado de estos artefactos se hace de la misma forma que los inodoros con un depósito automático o válvula. Para la limpieza de los utensilios se utiliza una canilla de servicio de agua fría y caliente que se coloca sobre la palangana, siendo facultativa su colocación.

FIGURA 73 - VII Vertedero sanitario "Slop-Sink".



Piletas de cocina.

La pileta de cocina es un artefacto que si bien pertenece al sistema secundario, debe desaguar a la cañería principal o sistema primario.

Antiguamente se utilizaban interceptores de grasa del tipo separador-enfriador, intercalados en la descarga de las piletas de cocina, pero la experiencia demostró que para el uso domicililario no es necesario, empleándose actualmente en restaurantes o casas de comida, según se detalla en el Capítulo XI.

De esa manera el desagüe de la pileta de cocina se efectúa directamente a la cañería principal, mediante la intercalación de un sifón.

La pileta de cocina con desagüe primario puede descargar a caño de descarga y ventilación de 0,100 m o cañería principal con interposición de boca de acceso o directamente a cámara de inspección.

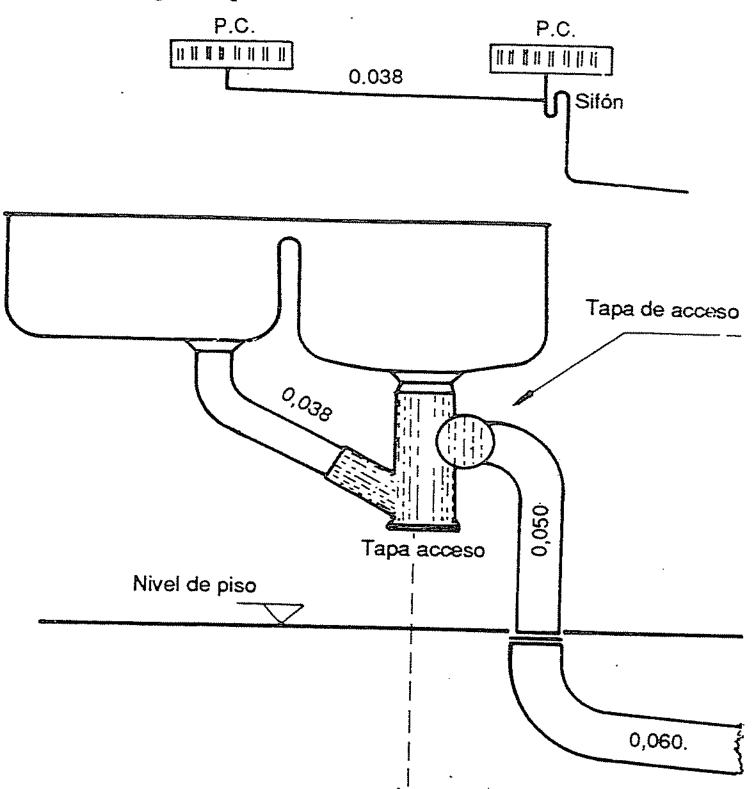
El desagüe es de 0,060 m hasta 5 m como máximo, y luego debe seguirse con caño de 0.100 m.

FIGURA 74 - VII Desagües de piletas de cocina o lavar.

La ventilación de la B.A. puede conectarse indistintamente a la caja o a la corona del sifón, siempre con caño de 0,050 m.
Tirón de 0,060 m longitud máxima 5,00 m.
BA
PC. ó PL.
0.060.
BA
Máximo 5,00 m.
0.100.
0,100
PC. ó PL.
0,060.
Máximo 5,00 m.
R
0,100
C.I.
PC. ó PL
0,060.
Máximo 5,00m.
Cañería principal. 0.100.
PC. ó PL.
Artefacto de acceso.
0,060.
Máx.5,00.

Se permite desagüe de pileta de cocina doble, una de ella sin sifón con desagote conectado aguas arriba del sifón de la otra, como se indica en la figura 75 VII.

FIGURA 75 - VII Desagüe de pileta de cocina doble.



CAPITULO VIII

DESAGUES SECUNDARIOS

ARTEFACTOS SECUNDARIOS

Los artefactos secundarios estan destinados a la evacuación de los efluentes provenientes de las aguas de lavado o de higiene personal.

Estos elementos deben desaguar al sistema primario, mediante interposición de *cierre hidráulico o sifón.*

Se pueden mencionar los siguientes artefactos secundarios:

* Lavatorios
* Bañaderas
* Bidets
* Piletas de cocina
* Piletas de lavar
* Artefactos similares o combinados

Lavatorios.

Es un artefacto de aseo personal que se fabrica en dos modelos.

* Tipo ménsula (figura 1 VIII).
* Pedestal.

Se construyen en fundición esmaltada, loza, porcelana vitrea, en diversos modelos y colores.

Deben estar dotados con desborde, al caño de desagüe del artefacto.

FIGURA 1 - VIII Lavatorio tipo "ménsula".

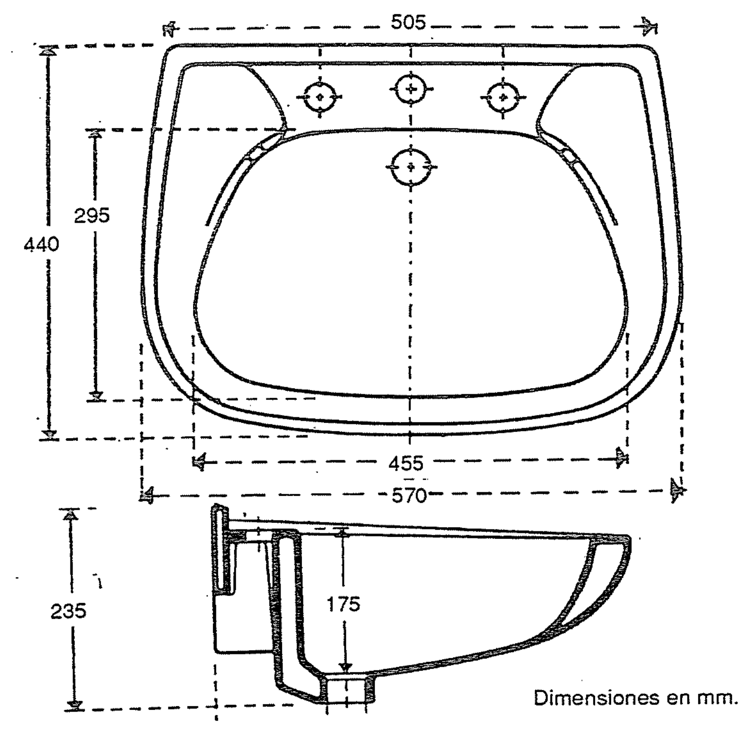
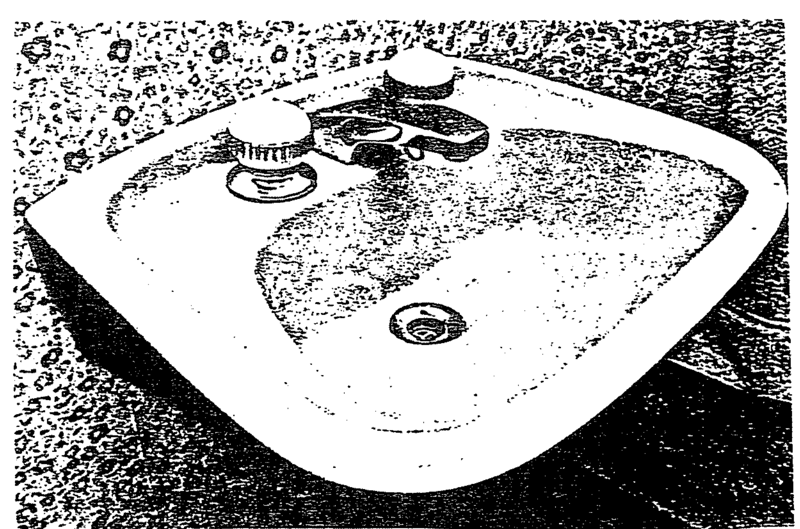


FOTO 1 - VIII Lavatorio tipo ménsula.



Bañaderas.

Constituye un artefacto destinado a aseo personal que se ejecutan en fundición esmaltada, loza, gres vitrificado, materiales plásticos etc.

Se las fabrican en los siguientes modelos:

* De inmersión (figura 2 VIII).
* De asiento.
* Receptáculo para ducha (figura 3 VIII).

Otra forma muy utilizada en la práctica es la prefabricación in situ, revestida con azulejos, mármol o materiales similares.

Debe tenerse en cuenta en el montaje prevenciones de aislación hidrófugas, mediante la impermeabilización de paredes donde se empotren o apoyen.

Bidets.

Es un artefacto destinado a la higiene personal, de los denominados peligrosos porque las aguas servidas pueden penetrar por la ducha del artefacto, dado que se encuentra sumergida.

Se fabrican en fundición esmaltada, loza, porcelana vitrea, etc.

Llevan descarga perimental de agua y desborde al caño de descarga.Se fabrican en numerosos modelos y colores, indicándose en la figura 4 VIII y foto 2 VIII, la característica de uno de ellos.

Pileta de cocina.

Artefacto destinado a la limpieza de la vajilla, fabricandose en loza o porcelana vitrificada, fundición esmaltada, acero inoxidable, plástico, etc.

Se instala sifón en su descarga y no deben llevar desborde, por la dificultad de su limpieza que puede originar contaminaciones.

Piletas de lavar.

Destinadas a la limpieza de ropas y objetos, construyendose de hormigón revestidas de azulejos o cerámicas esmaltadas, en fundición de hierro esmaltada, acero inoxidable, plástico, etc.

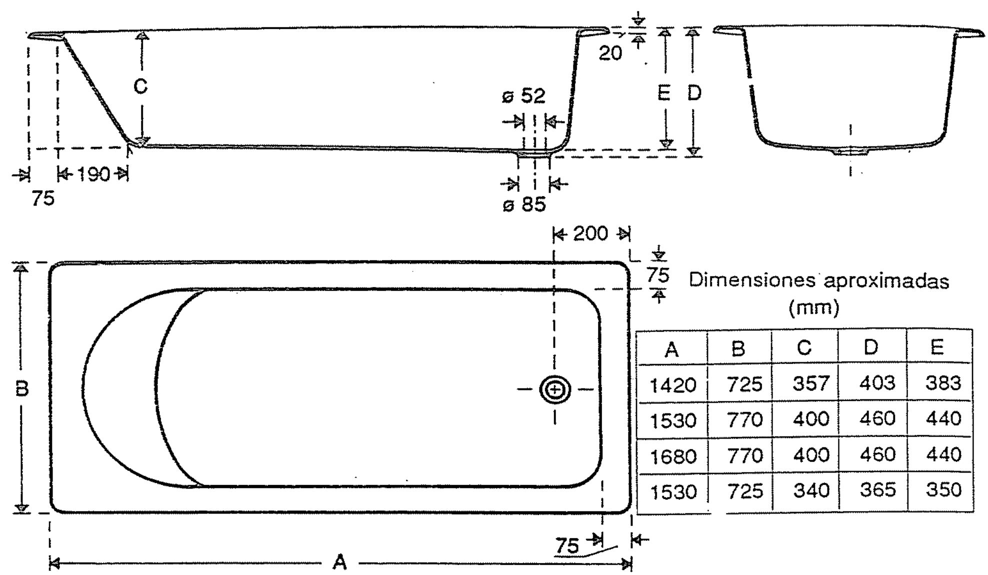
Tampoco deben llevar desborde, indicandose en la figura 5 VIII, un modelo particular.

Artefactos similares o combinados.

Se pueden mencionar artefactos combinados que se fabrican de acuerdo a diversos modelos.

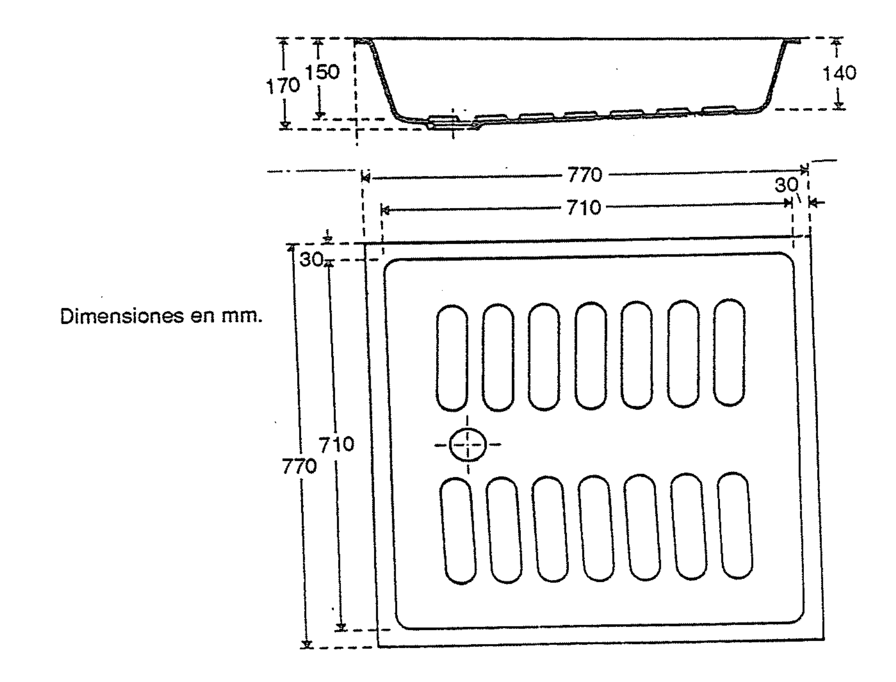
Otros artefactos secundarios que pueden mencionarse son la salivaderas, usadas generalmente en lugares públicos, los bebederos, etc.

FIGURA 2 - VIII Bañera de fundición de hierro esmaltada.



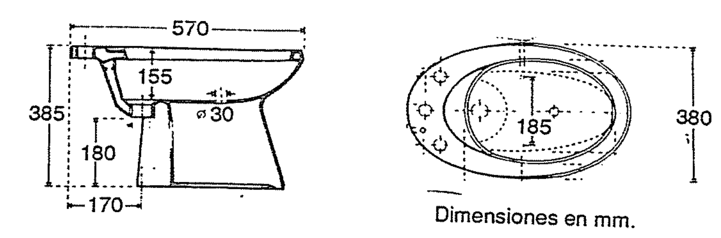
A	B	C	D	E
1420	725	357	403	383
1530	770	400	460	440
1680	770	400	460	440
1530	725	340	365	350

FIGURA 3 - VIII Receptaculo para ducha de fundición de hierro esmaltada.



Dimensiones en mm.

FIGURA 4 - VIII Bidet.

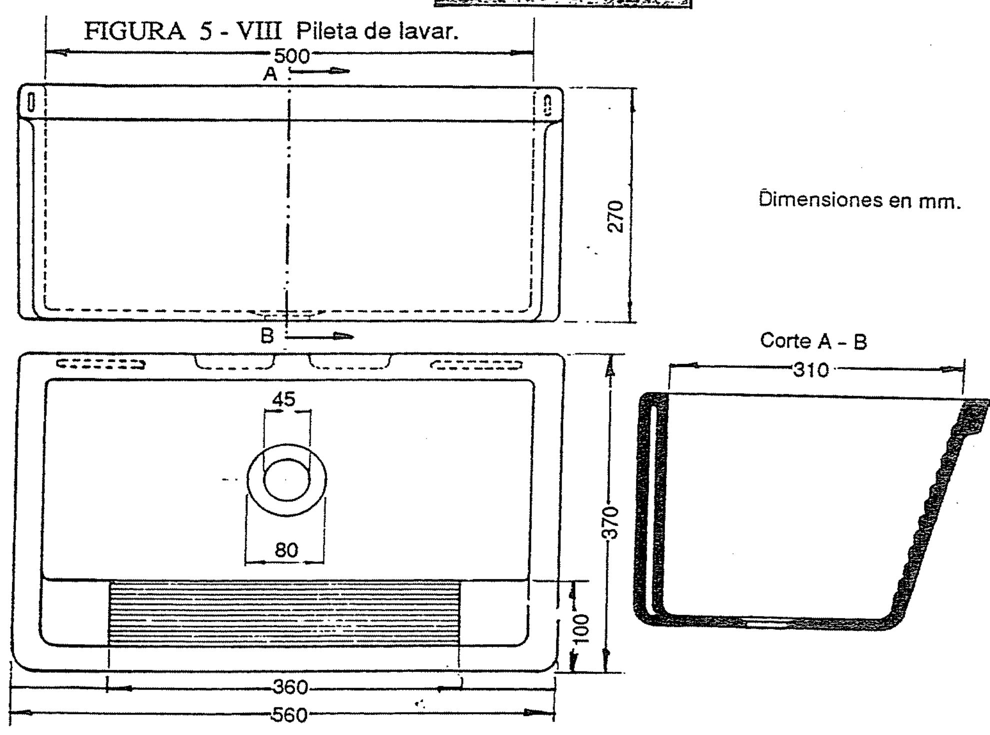


Dimensiones en mm.

FOTO 2 - VIII Bidet.



FIGURA 5 - VIII Pileta de lavar.



Dimensiones en mm.

DESAGÜE DE ARTEFACTOS SECUNDARIOS

Desagües de artefactos de baño (lavatorios, bañaderas, bidets.).

Pueden desaguar de acuerdo a :

* Sistema cerrado o inglés.
* Sistema abierto o americano.

El *sistema inglés o cerrado* consiste en que el desagüe de cada artefacto secundario lleva sifón y descarga a boca de desagüe tapada.

El desagüe del piso local se efectúa por medio de una rejilla de piso con sifón, que también concurre a la boca de desagüe tapada, según se consigna en las figuras 6 VIII y 7 VIII.

FIGURA 6 - VIII Desagüe secundario cerrado o inglés con boca de desagüe tapada y enterrada.

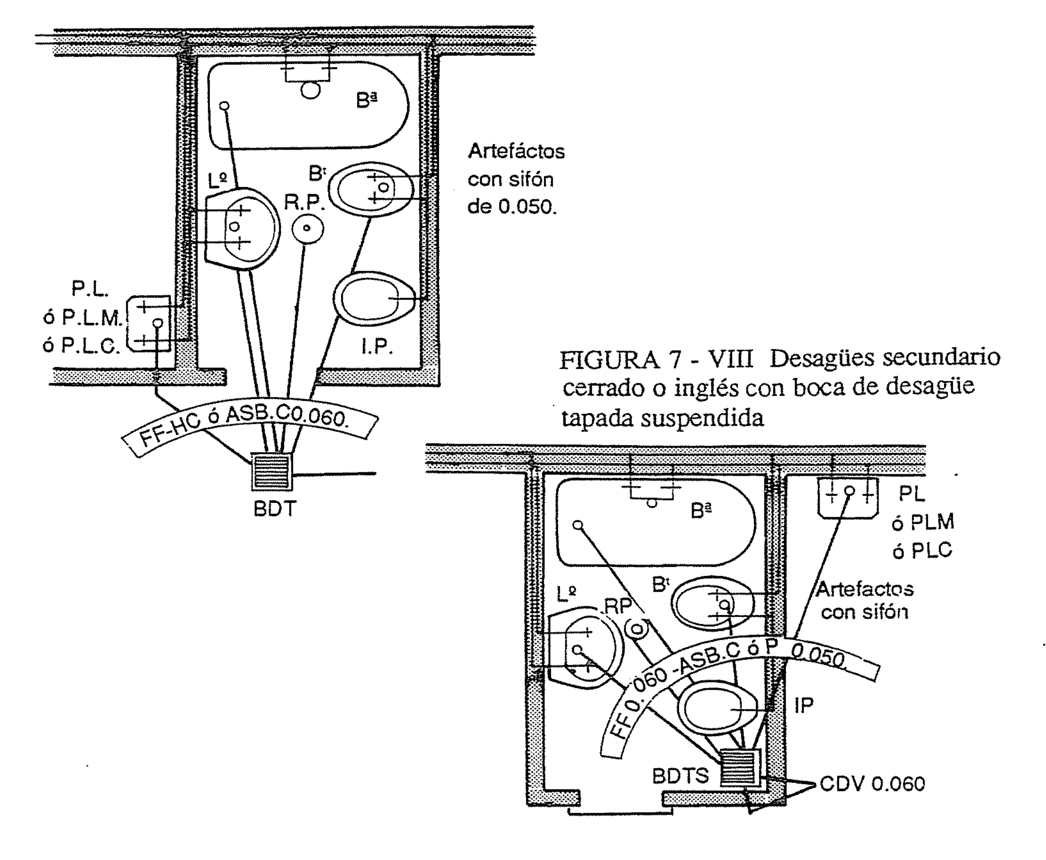
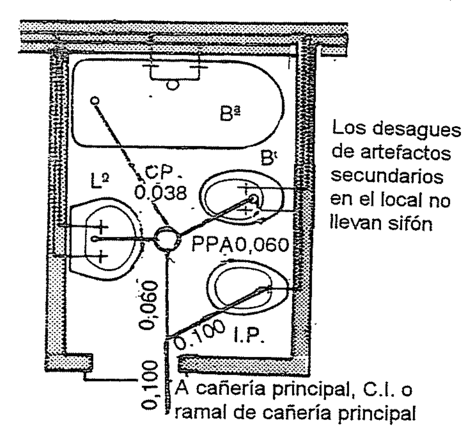


FIGURA 7 - VIII Desagües secundario cerrado o inglés con boca de desagüe tapada suspendida

El *sistema abierto o americano* consiste en que el desagüe de los artefactos secundarios no llevan sifón y se conectan a una pileta de piso abierta, que cumple además la función de recoger el dasague de piso de local, como se indica en la figura 8 VIII.

La pileta de piso descarga en la planta baja a cañería principal, ramal de la misma o cámara de inspección.En plantas altas a cañerías de descarga y ventilación o a ramal de descarga de inodoros.

FIGURA 8 - VIII Desagüe secundario abierto o americano.



La experiencia ha determinado el uso general del sistema americano.

CAÑERIAS Y DIAMETROS

Se establecen los siguientes materiales, distancias y diámetros de cañerías de desagüe, de acuerdo a lo indicado en las figuras 9 y 10 VIII.

Desagüe a PPA de 0,060 m, de artefactos secundarios baño

* CP : Hasta 3 metros de distancia: ....0,038 m.
  De 3 a 5 m de distancia: ....0,050 m. (Figura 9 VIII).
* CH, CMV, CHF, CAsb, C para cualquier distancia: ....0,060 m. (Figura 10 VIII).

FIGURA 9 - VIII Desagüe secundario en caño de plomo. (mas de 3 a 5 m).

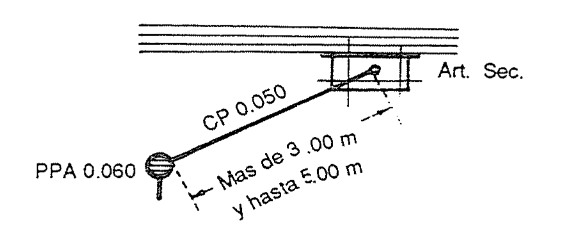
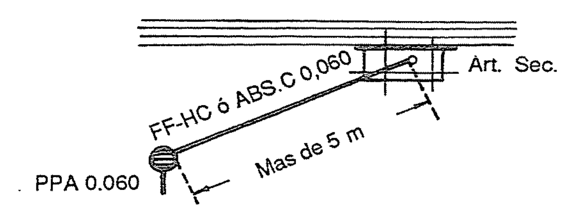


FIGURA 10 - VIII Desagües secundarios en caños de hormigón, material vitreo, hierro fundido y asbesto cemento



En la práctica se suelen utilizar caños de latón para los desagües secundarios, los que deben estar debidamente protegidos, estableciéndose cuando la longitud de los tramos no exceda de 2,50 m en proyección horizontal, los siguientes diámetros nominales:

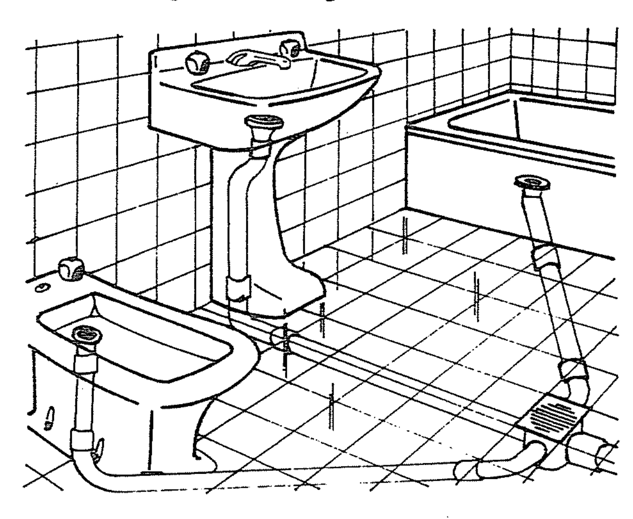
Desagües de:

- * Lavatorios, bidets, bañaderas, piletas lavamanos y lavacopas, bebederos y rejillas de piso sin sifón .... 0,032 m.
- * Piletas de lavar y máquinas lavarropas familiares .... 0,038 m.
- * Piletas de cocina, rejillas de piso con sifón .... 0,050 m.

Cuando las longitudes resultan mayores, se incrementan los diámetros en un rango.

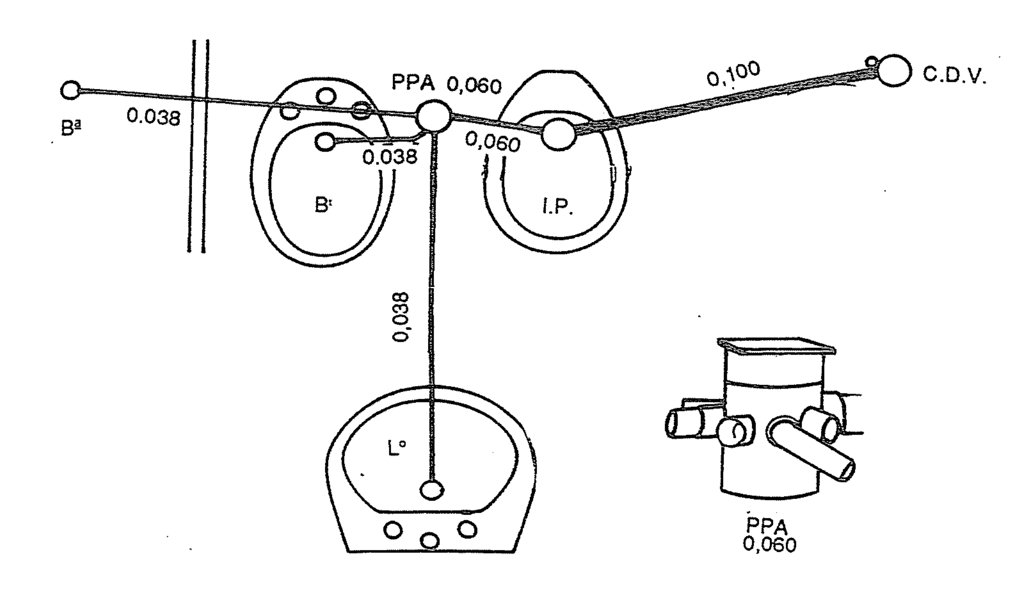
En la figura 11 VIII, se esquematiza la conexión de desagües secundarios en caño de latón.

FIGURA 11 - VIII Esquema de desagües secundarios en caños de latón.



También suelen utilizarse caños accesorios y piletas de piso de PVC (policloruro de vinillo), de acuerdo a los detalles y diámetros consignados en la figura 12 VIII.

FIGURA 12 - VIII Desagüe secundario en caños de plástico.



Desagües de pileta de cocina

La pileta de cocina es un artefacto secundario pero su desagüe es primario, por lo que se lo describe al tratar los mismos.

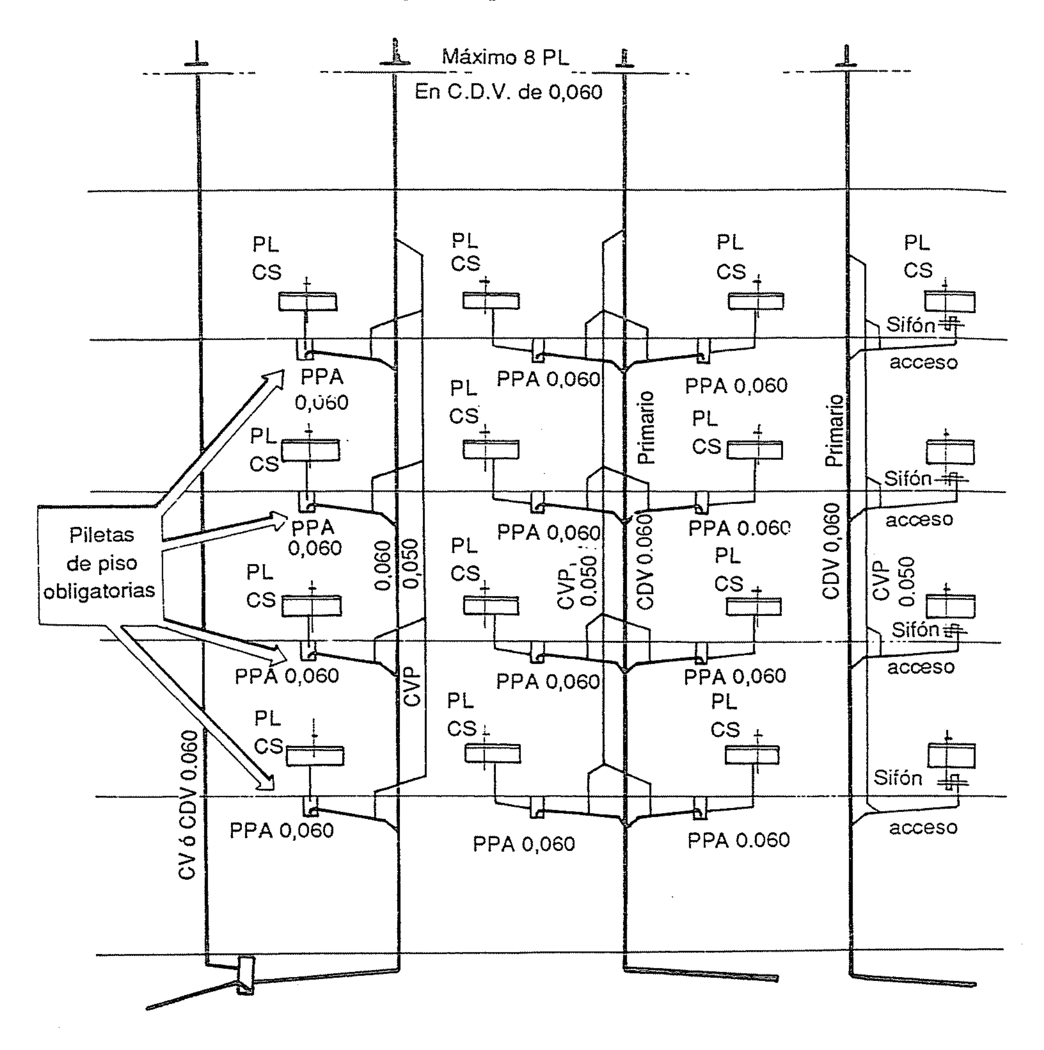
Desagües de piletas de lavar

Cuando cuentan con sifón adosado, el desagüe de las piletas de lavar puede efectuarse en las mismas condiciones que las pileta de cocina, o sea a canalización primaria, cámara de inspección o boca de acceso tal cual se detalla al tratar los esquemas de desagües de las piletas de cocina.

Cuando no cuentan con sifón adosado, el desagüe de piletas de lavar puede efectuarse en cada piso a cañería de descarga y ventilación , interponiendo en la descarga una pileta de piso abierta de 0,060m.

El diámetro de las cañerías de descarga y ventilación puede ser de 0,060m. hasta un máximo de 8 piletas de lavar y en la figura 13 VIII, se detallan las formas de efectuar las conexiones de los desagües respectivos.

FIGURA 13 - VIII Desagües de piletas de lavar.



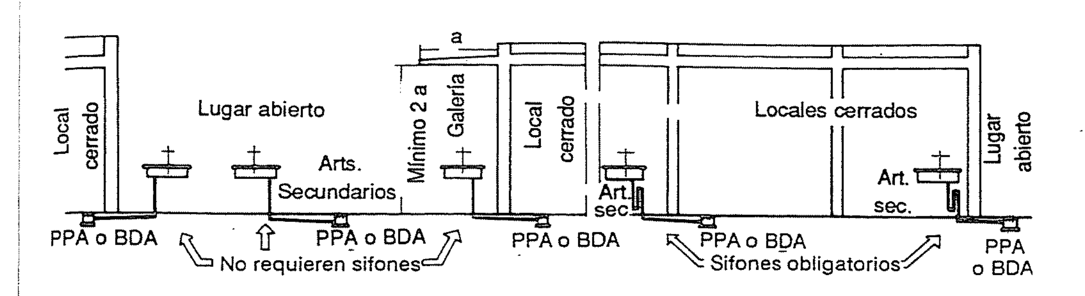
Desagües de artefactos secundarios a piletas de piso.

Se había visto anteriormente que la pileta de piso es un artefacto primario, que permite vincular la cañería principal con la secundaria, pudiendo ser del tipo cerrada o abierta.

Se permite el uso de la pileta de piso abierta cuando las mismas reciben el desagüe de artefactos ubicados en el mismo ambiente, como se indica en la figura 14 VIII.

Se admite también el desagüe de artefactos de otros ambientes pero interponiendo sifón, salvo que el artefacto secundario se encuentre en el exterior, o sea que no afecten el ambiente en que se encuentra la pileta de piso abierta que lo recibe.

FIGURA 14 - VIII Pileta de piso abiertas con desagües de artefactos en un mismo ambiente.



CAPITULO IX

VENTILACIONES

SISTEMA DE VENTILACION CLOACAL

La ventilación de las canalizaciones de desagüe cloacal tiene como misión:

* Producir una perfecta aireación de las canalizaciones a fin de activar la depuración del efluente por acción de las bacterias aeróbicas.
* Asegurar el adecuado funcionamiento hidráulico de las canalizaciones así como los artefactos, al mantener la presión atmosférica constante en toda la instalación.
* Evitar viciamientos y malos olores, conduciendo los gases para su dispersión a la atmosféra, sin generar problemas a los locales habitables.

La ventilación puede ser por métodos *artificiales o naturales*, siendo los primeros de aplicación excepcional en instalaciones sanitarias.

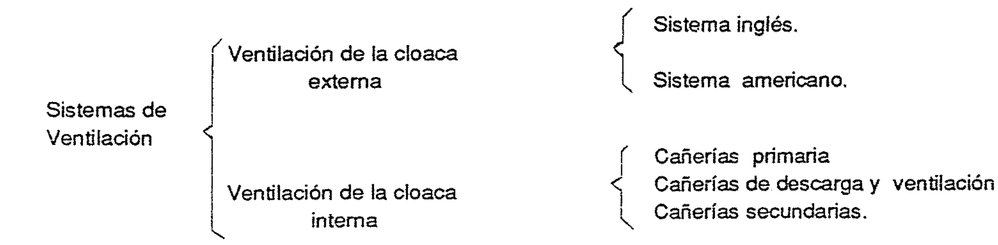
En la generalidad de los casos se utilizan los métodos de ventilación natural que no requieren atención ni mantenimiento.

Esta ventilación natural se produce por diferencia de densidades entre los gases y el aire atmosférico, por succión debido al efecto del viento, o por el mismo movimiento del líquido en las canalizaciones.

Para lograr que la ventilación sea eficiente debe cumplirse:

* Que el nivel entre la entrada y salida del aire sea el mayor posible a fin de activar el tiraje en el conducto de ventilación.
* Que el recorrido de los gases producidos en la ventilación cloacal sea el de menor resistencia a su circulación, evitando cambios bruscos de sección o dirección, y utilizando curvas de amplio radio.
* Que el extremo de la cañería de ventilación sobresalga en lo posible a los cuatro vientos, con sombreretes de construcción aerodinámica para que se produzca una aspiración al incidir sobre él los vientos.

Los sistemas de ventilación pueden clasificarse de la siguiente manera:



Ventilación de la cloaca externa.

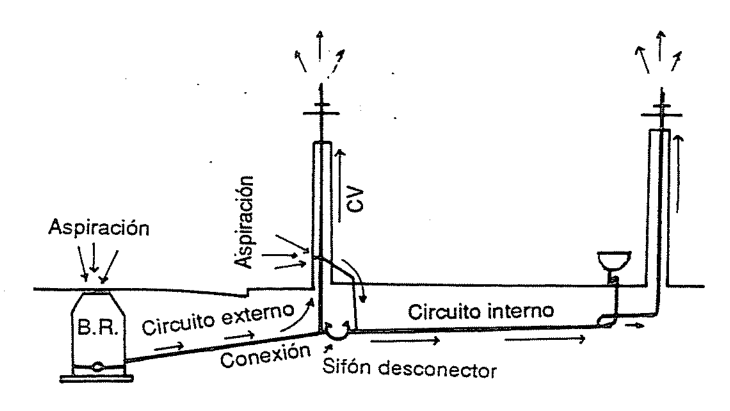
Pueden ser mediante dos sistemas:

* Sistema inglés o cerrado.
* Sistema americano o abierto.

SISTEMA INGLES O CERRADO.

En estos sistemas se separa la ventilación de la cloaca interna de la externa mediante la instalación de un sifón que las independiza, por lo que se denomina *cerrado*.

FIGURA 1 - IX Sistema cerrado o inglés.



De esa manera se establecen dos circuitos de ventilación tal cual se indica en la figura 1 IX.

* Externo.
* Interno.

El circuito de *ventilación externo* toma el aire de ventilación por la boca de registro y elimina los gases a la atmósfera por medio de una cañería ubicada al frente del edificio.

El circuito de *ventilación interno* capta el aire de ventilación por medio de una reja de aspiración ubicada al frente del edificio, a unos 0,30 m sobre el nivel de la vereda, eliminando los gases a la atmósfera por medio de la cañería principal y el caño de ventilación.

El circuito externo es independizado del interno mediante un *sifón desconector*, del tipo en U que se denomina "Bouchand"que se instala según se detalla en la figura 2 IX.

En la figura 3 IX se muestran las características de estos sifones de hierro fundido, que pueden ser con o sin ventilación, construyendose en diámetros de 0,100 y 0,150.

Este sistema es de mayor costo que el americano, por lo que prácticamente es poco utilizado, aplicandose en Buenos Aires en lo que se denomina Radio Antiguo.

FIGURA 2 - IX Montaje de sifón desconector.

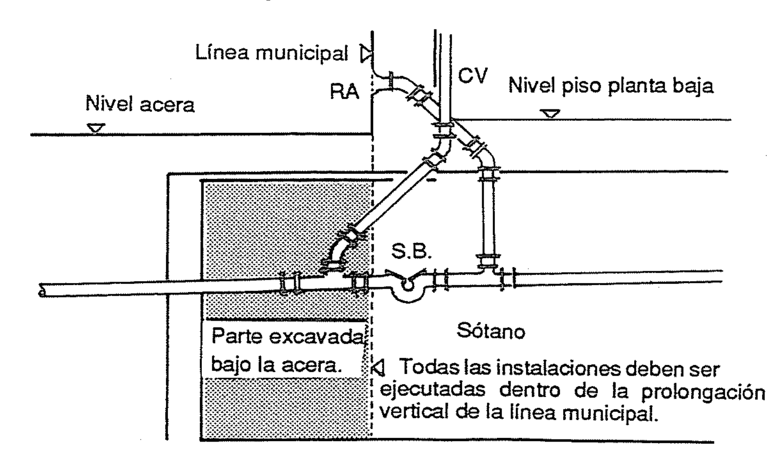
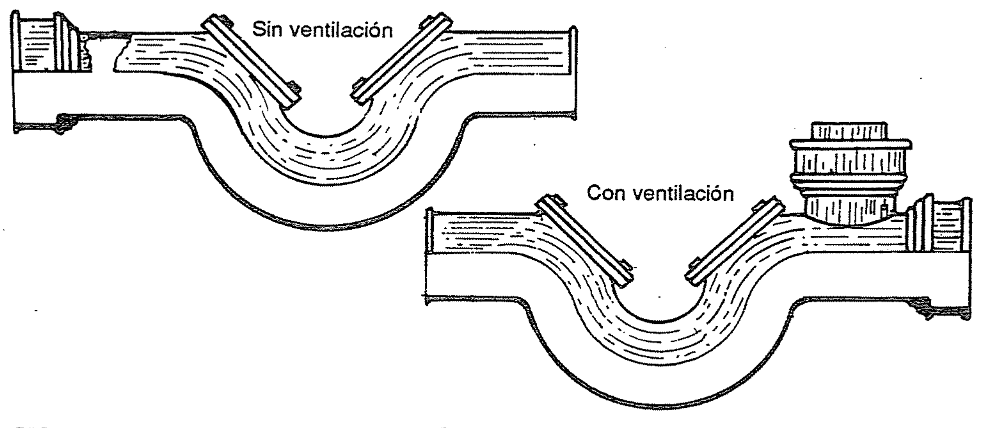


FIGURA 3 - IX Sifón desconector.



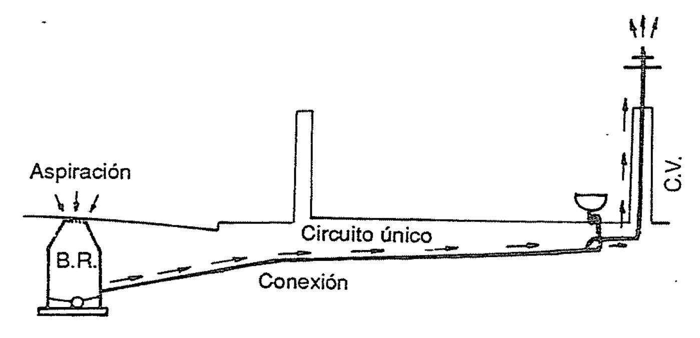
SISTEMA AMERICANO O ABIERTO

En este sistema se unifica la ventilación externa y la interna. Asi el aire de ventilación se aspira a través de la boca de registro y circula por la conexión y cañería principal, eliminándose los gases a la atmósfera por medio de la cañería de ventilación, como se muestra en la figura 4 IX.

Por los motivos expuestos se denomina *abierto*, dado que la cloaca externa se vincula con la interna.

Estos sistemas son menos seguros que los cerrados, pero la experiencia ha demostrado que funcionan correctamente, representando una gran economía y sencillez de instalación, por lo que son los que se utilizan en la actualidad.

FIGURA 4 - IX Sistema americano o abierto.



Ventilación de las redes cloacales internas.

VENTILACION DE CAÑERIAS PRIMARIAS

A fin de cumplir con los requisitos de ventilación, la cañería principal domiciliaria debe tener un caño de ventilación, en uno de los puntos mas distantes del enlace de la conexión externa, o sea que se busca que esté emplazada en la parte mas alta de la cañería principal, para activar el proceso de aireación.

El diámetro de ventilación de la cañería principal debe ser de 0,100 m, según se indica en las figuras 5 y 6 IX.

FIGURA 5 - IX Ventilación de cañería principal con cámara de inspección.

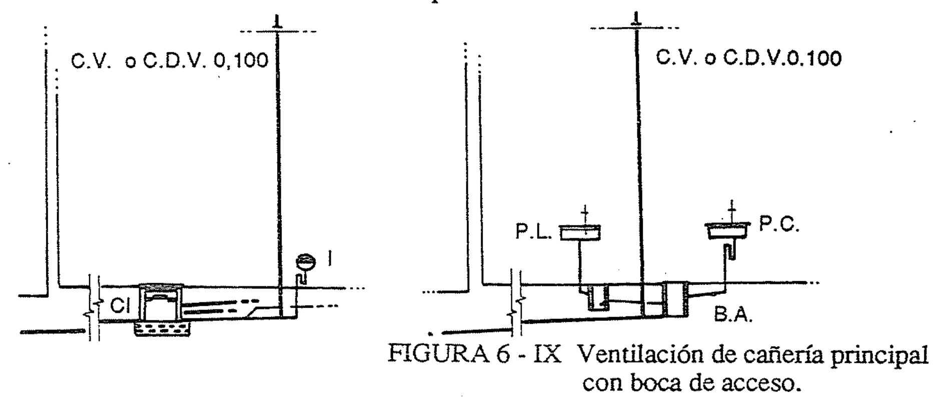
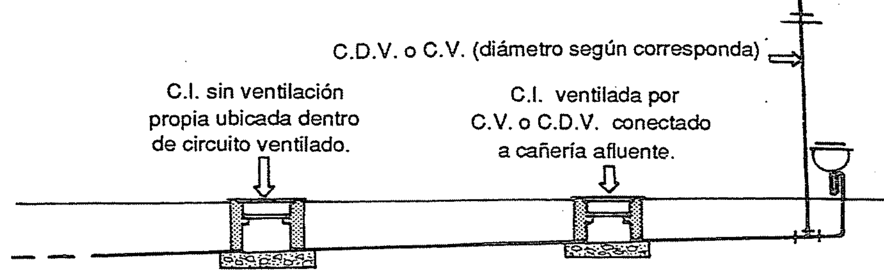


FIGURA 6 - IX Ventilación de cañería principal con boca de acceso.

Se admite reducir el diámetro a 0,060 m, cuando existe algún ramal de cañería principal ventilado.

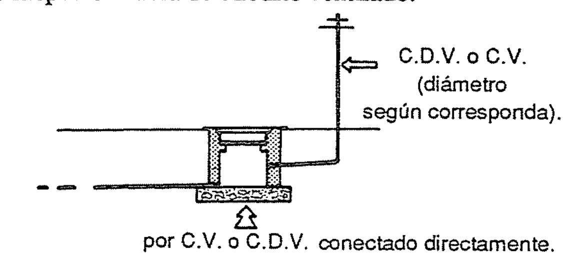
Además no solo las cañerías sino las cámaras de inspección y bocas de acceso deben estar ubicadas en circuito ventilado, según se consigna en la figura 7 - IX.

FIGURA 7 - IX Cámara de inspección y boca de acceso en circuito ventilado.



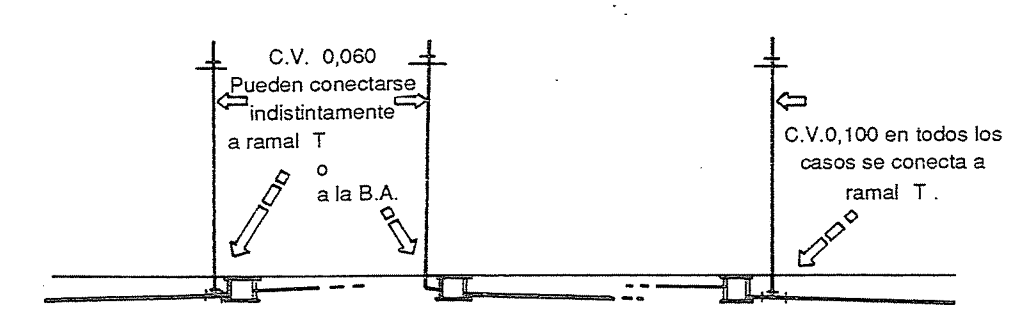
De no ubicarse las cámaras de inspección en circuitos ventilados deben contar con ventilación propia según se indica en la figura 8 IX.

FIGURA 8 - IX Cámara de inspeción fuera de circuito ventilado.



Las bocas de acceso se ventilan a ramal T de la cañería principal, pero para diámetro 0,060 m puede estar conectada directamente a la ventilación según se indica en la figura 9 IX.

FIGURA 9 - IX Ventilación de bocas de acceso a ramal T de cañería principal.



También deben ventilarse las *ramificaciones* de la cañería principal.

La necesidad de ventilación de los ramales, debe determinarse en función de dos requisitos:

* Longitud de los ramales.
* Número de ramales.

Longitud de los ramales:

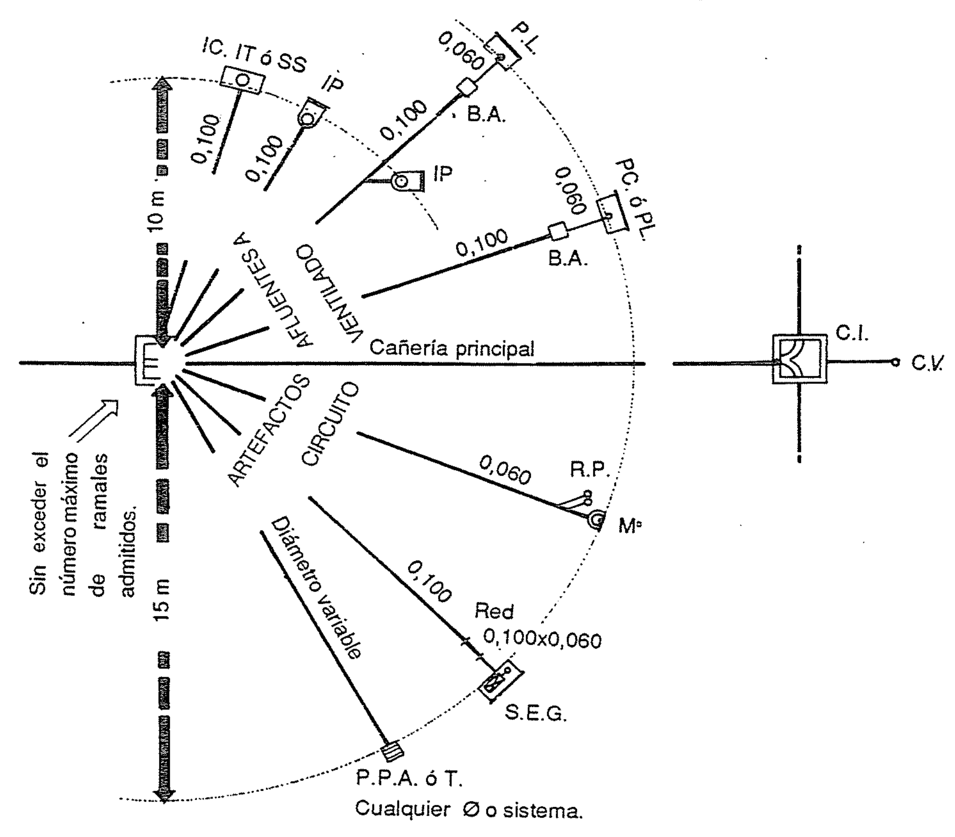
Se establece que ningun tramo mayor de 10 metros en proyección horizontal, debe quedar fuera del circuito de ventilación.

Se admite hasta 15 metros cuando el ramal solo recibe descarga de pileta de piso o artefactos secundarios.

Pasando dichos límites, los ramales de cañería principal deben ventilarse, admitiendose un diámetro de 0,060 m.

En la figura 10 IX se indica esquematicamente lo expresado precedentemente.

FIGURA 10 - IX Longitud máxima de ramal que no requiere ventilación.



Número de ramales.

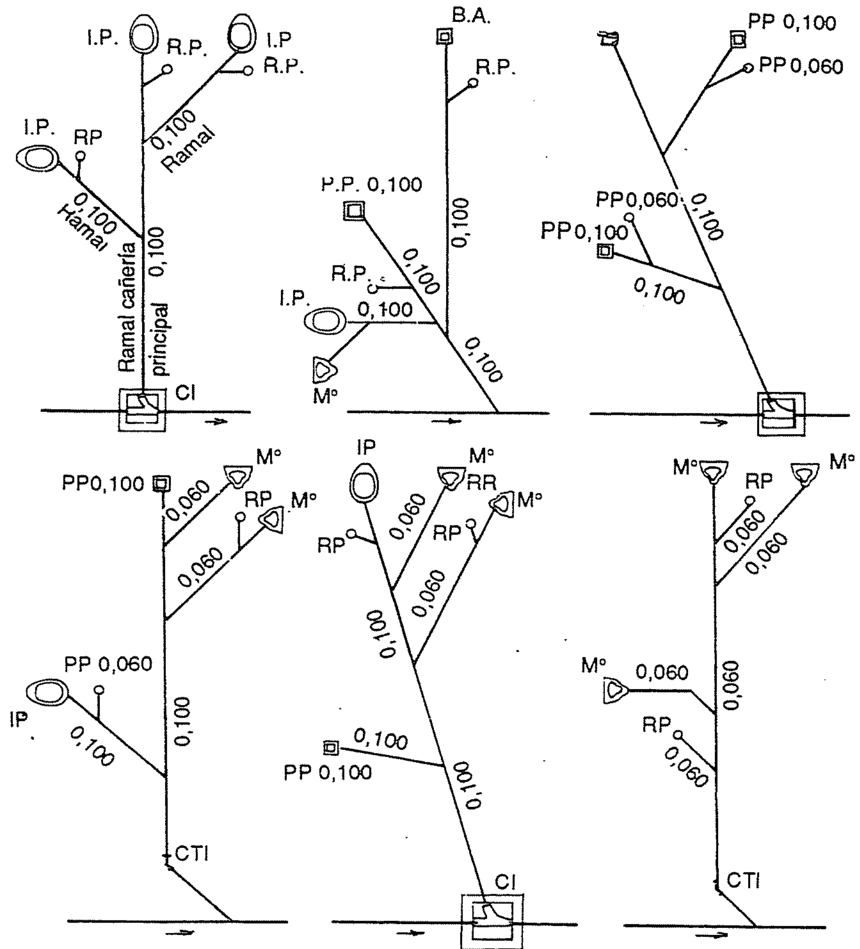
Sin embargo aun que no excedan los límites de 10 a 15 metros indicados anteriormente, existe una limitación en cuanto al número máximo de ramales que se admiten sin ventilar.

Se admiten sin ventilar como máximo dos ramales de 0,100 m y uno de 0,060 m conectados directamente, mas dos de 0,060 m conectados indirectamente.

A efectos de contemplar los distintos casos posibles, algunos de los cuales se indica en la figura 11 IX, se considera que un ramal de 0,100 m equivale a dos de 0,060 m.

Si es mayor el número de ramales, debe colocarse ventilación, aunque no superen las longitudes indicadas precedentemente.

FIGURA 11 - IX Números de ramales máximos a conectar a cañería principal sin ventilación.



COLUMNAS DE DESCARGA Y VENTILACION

Constituyen el conjunto de canalizaciones destinadas a evitar el desifonaje de los artefactos conectados en el ramal vertical, complementando el rol de ventilación de dicha cañería por lo que se la denomina *cañería de descarga y ventilación*.

En efecto, se había manifestado precedentemente que una de las causas que

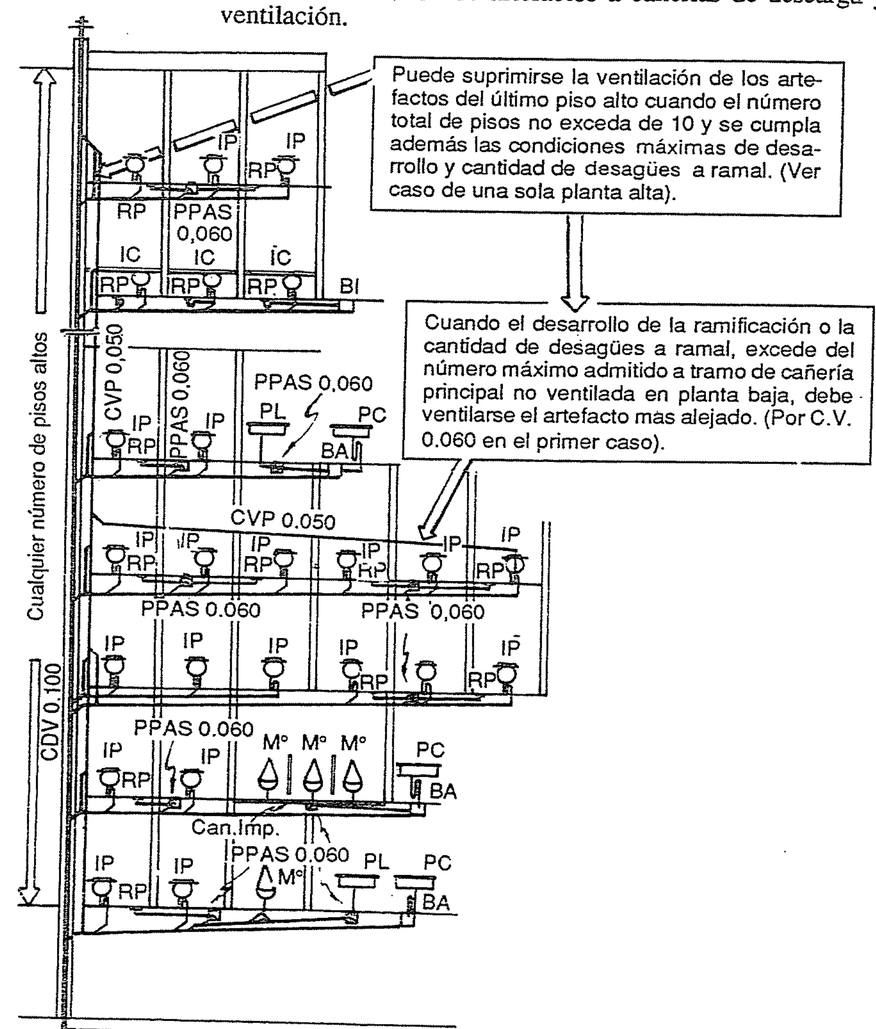
determinaban la pérdida de carga de los sifones, era una defectuosa ventilación.

En la figura 13 VI del Capítulo VI se había mencionado la necesidad de instalar en las columnas de descarga, cañerías subsidiarias de ventilación, tendientes a lograr que se mantenga constante la presión atmosférica en todo momento, en los sifones de cada artefacto sanitario.

En el esquema de la figura 12 IX se indica la forma de conexión de los artefactos sanitarios a dichas cañerías de descarga y ventilación.

La ventilación puede hacerse con caño de plomo de 0,050 m, colocado junto a la cañería de desagüe, que recoja las conexiones de los artefactos de los distintos pisos.

FIGURA 12 - IX Forma de conexión de artefactos a cañerías de descarga y ventilación.



En caso de existir en el desagüe boca de acceso, la ventilación puede partir de la misma, según se indica en la figura 13 IX.

FIGURA 13 - IX Ventilación a partir de boca de acceso y sifón inodoros.

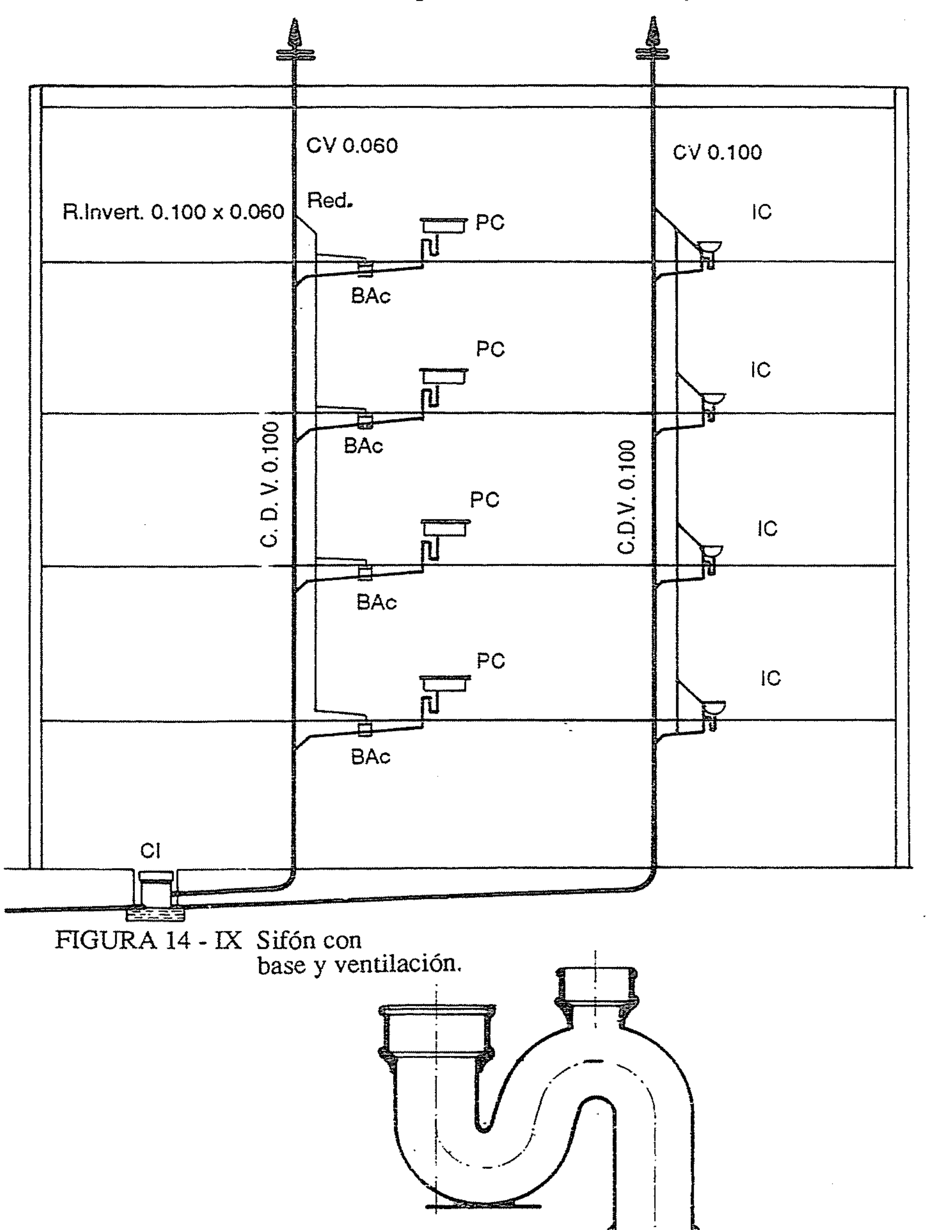


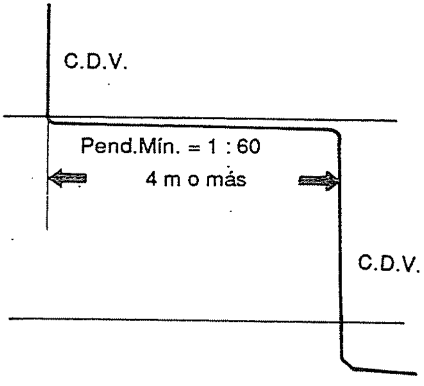
FIGURA 14 - IX Sifón con base y ventilación.

Por otra parte, la ventilación puede partir del *sifón del artefacto* como en el caso de descarga de inodoros comunes. (Figura 13 IX).

En la figura 14 IX, se indica las características de un sifón con base y ventilación de hierro fundido.

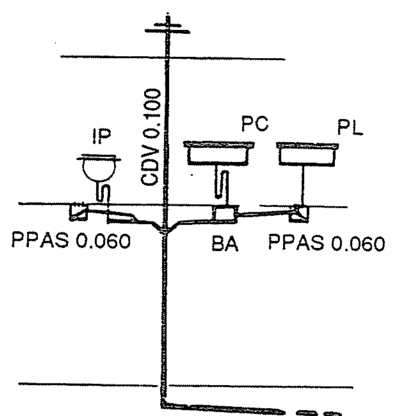
Los caños de descarga y ventilación pueden desplazarse horizontalmente con una pequeña pendiente en el sentido de avance de las aguas, pero para asegurar un adecuado escurrimiento y ventilación, la pendiente mínima debe ser de 1:60 cuando la distancia es de 4 m o más, tal cual se indica en la figura 15 IX.

FIGURA 15 - IX Desplazamiento horizontal de cañerías de descarga y ventilación.



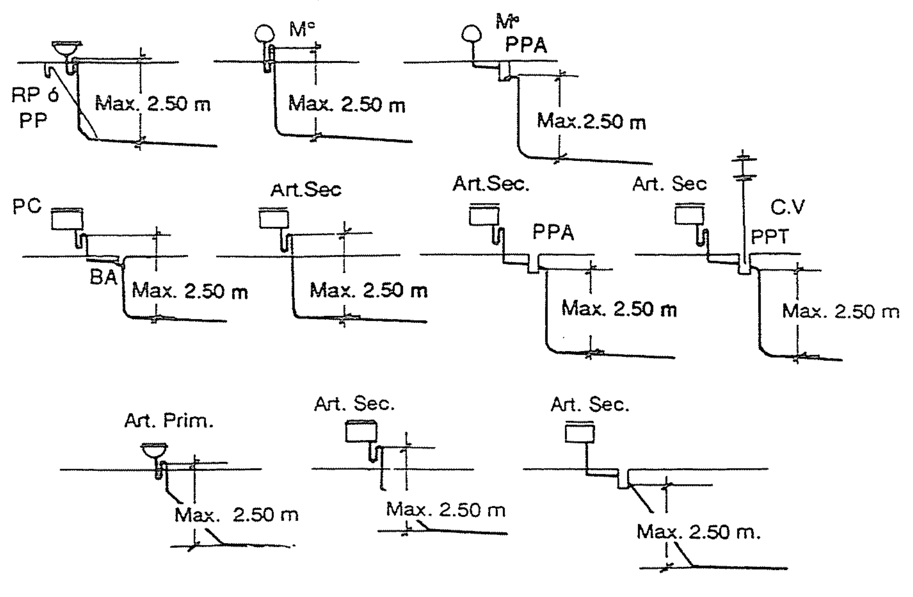
En casos normales de edificios de una sola planta, la ventilación puede efectuarse en forma directa, prolongando el caño de descarga y ventilación según se indica en la figura 16 IX.

FIGURA 16 - IX Ventilación en edificios de una sola planta.



La altura máxima de los tramos verticales de descarga sin ventilar es de 2,50 metros, pasados los cuales los artefactos deben desaguar a caño descarga y ventilación como se detalla en la figura 17 IX.

FIGURA 17 - IX Descargas verticales sin ventilar.



VENTILACION DE CAÑERÍAS SECUNDARIAS

Se había mencionado que los desagües de los artefactos de los sistemas secundarios son aguas blandas destinadas al lavado o higiene personal y que no originan problemas de contaminación en contacto con los ambientes.

Por otra parte, las cañerías secundarias deben estar aisladas de las primarias mediante un cierre hidráulico, utilizándose para vincularlas una pileta de piso que puede ser abierta o tapada o sifón interpuesto en las tuberías.

En el caso de que el desagüe de los artefactos secundarios se efectúe a una pileta de piso abierta, la ventilación de los efluentes se efectúa por la corriente de aire que se produce entre la parte superior del desagüe al descargar el artefacto y la rejilla ubicada en el piso del local y la parte superior del desagüe destinado a descargar el artefacto.

De esa manera, la misma cañería de desagüe conforma la ventilación como se muestra en la figura 18-IX.

Esto es válido para cañería de desagüe hasta los 15 m, dado que si la longitud es mayor, el desaire y ventilación se hace dificultosos por lo que se requiere un caño de ventilación de 0,060 de acuerdo a lo indicado en la figura 19-IX.

FIGURA 18-IX Ventilación desagüe secundario a PPA

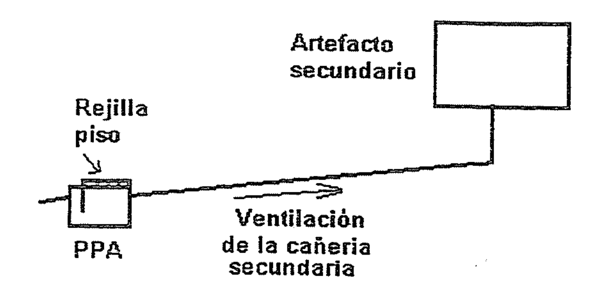
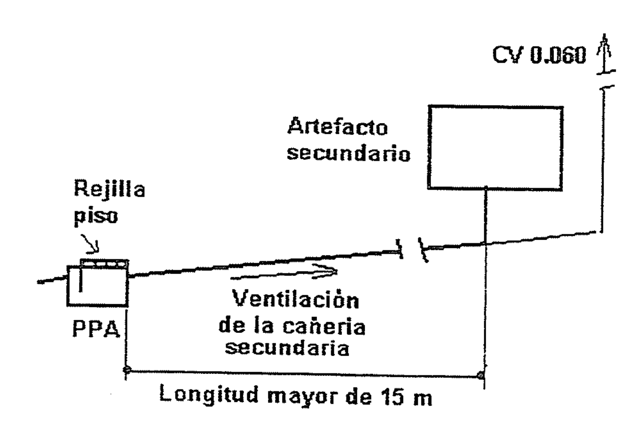


FIGURA 19-IX Ventilación desagüe secundario a PPA mas de 15m.



En el caso de pisos altos, el desagüe puede hacerse a caño de descarga y ventilación interponiendo pileta de patio abierta con el mismo concepto anterior, como se indica en el esquema de la figura 20-IX.

Se puede vincular directamente el artefacto secundario con la cañería de descarga y ventilación, pero la descarga debe llevar sifón que debe estar ventilado, como se muestra en la figura 21-IX.

En los desagües secundarios en el sistema cerrado o inglés, la cañería lleva sifón y desagua a piletas de piso tapada y al no tener el artefacto rejilla de piso, es necesario incorporar a la misma una cañería de ventilación, no siendo necesario ventilar el sifón en el caso de un artefacto, pero si en el caso de dos o más como se en muestra en los detalles de las figuras 22-IX y 23-IX.

FIGURA 20 - IX Ventilación de desagüe de artefactos secundarios a pileta de piso abierta.

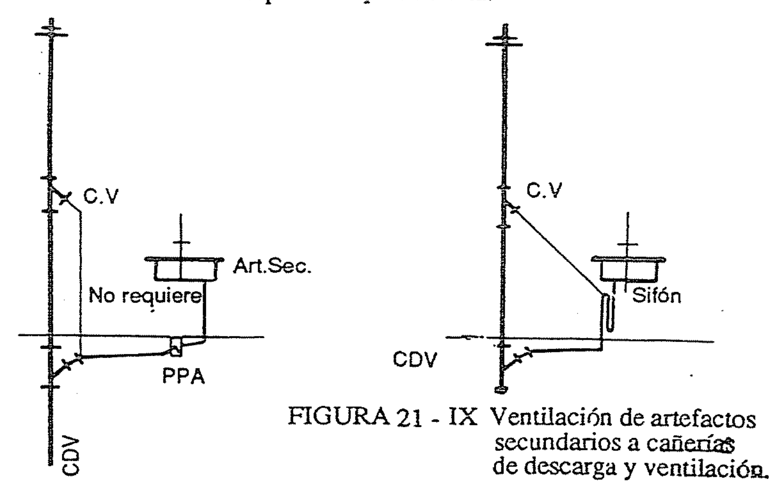


FIGURA 21 - IX Ventilación de artefactos secundarios a cañerías de descarga y ventilación.

FIGURA 22 - IX Ventilación de artefactos secundarios piso tapada.

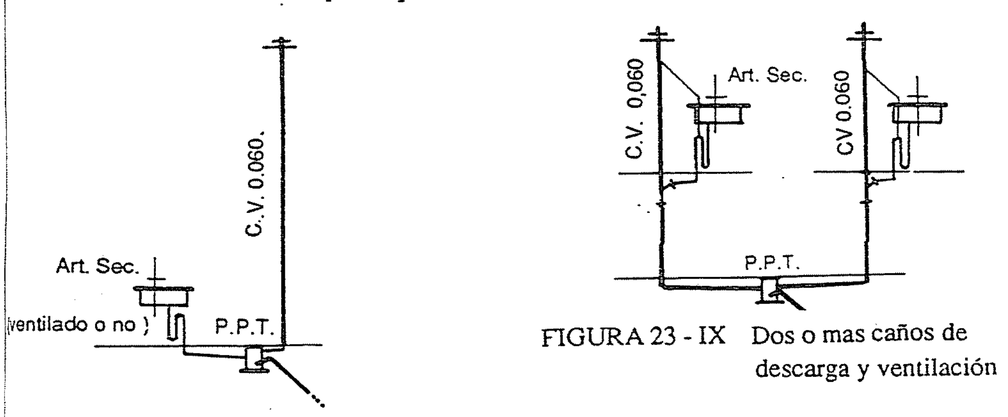


FIGURA 23 - IX Dos o mas caños de descarga y ventilación

Ubicación de los extremos terminales de caños de ventilación.

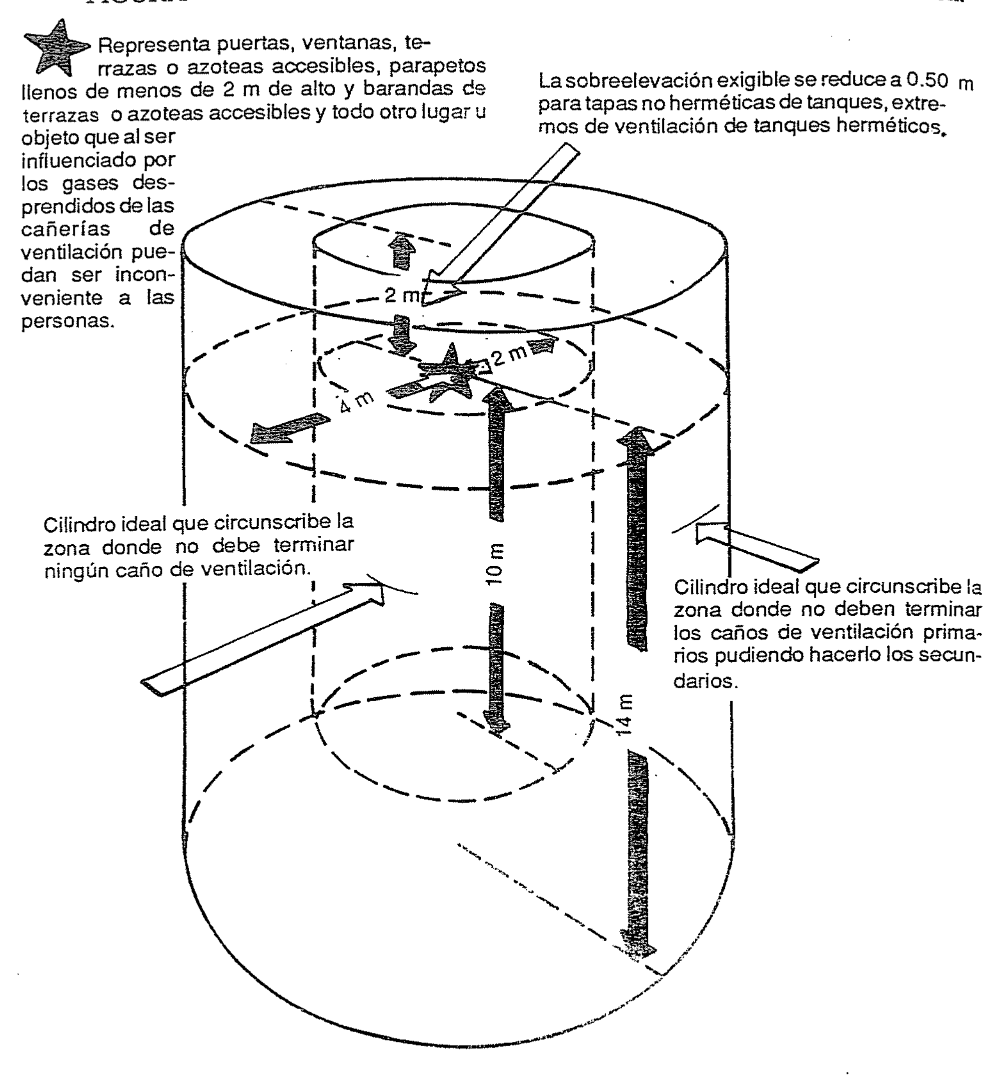
Los caños de ventilación deben ser colocados verticalmente, sujetos a las paredes de los edificios, en lo posible sin desviaciones transversales.

Se deben prolongar 2 metros por encima de toda puerta, ventana, terrazas o azoteas accesibles, que se encuentren dentro de un radio de 4 metros medidos en proyección horizontal al costado de la cañería primaria y 2 metros para la secundaria.

Además deben estar sobreelevados 0,50m sobre la tapa de tanque no hermético y extremo de ventilación de tanque.

En la figura 24 IX se representa la ubicación de los extremos terminales de los caños de ventilación.

FIGURA 24 - IX Ubicación de los extremos terminales de caños de ventilación.



En techos o azoteas no accesible la sobreelevación de los caños puede reducirse a 0,30 m, asi como la separación del muro lleno como se indica en la figura 25 IX.

FIGURA 25 - IX Extremos terminados en techos o azoteas no accesibles.

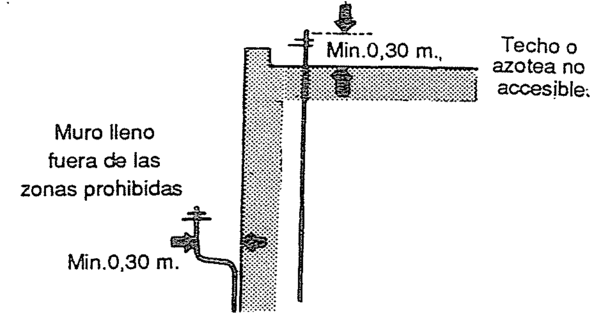
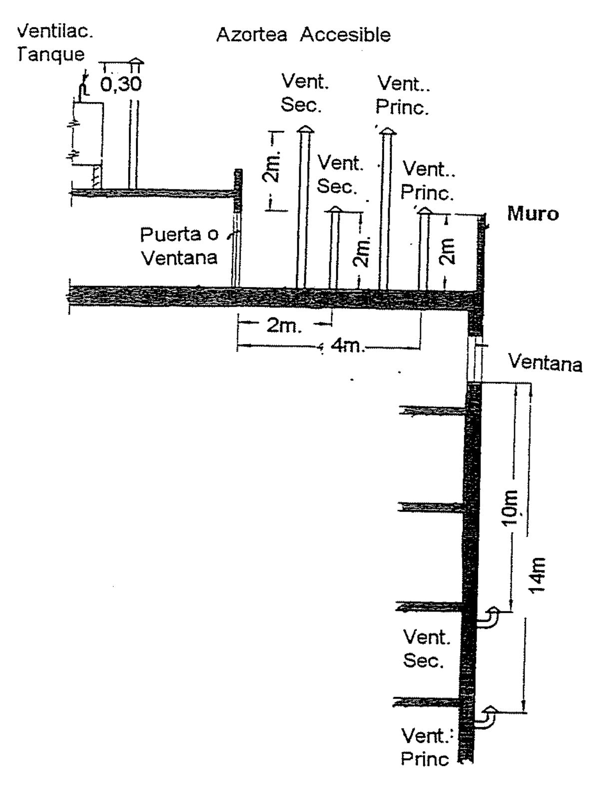


FIGURA 26 - IX Extremos terminados en techos o azoteas accesibles.



En la figura 26 IX se establece un ejemplo de las distancias mínimas establecidas para el remate de diversas ventilaciones.

CAPITULO X

DESAGÜES PLUVIALES

INSTALACIONES DE DESAGUE PLUVIAL.

Las instalaciones de desagüe pluvial constituyen el conjunto de canalizaciones destinadas a recoger y evacuar las aguas de lluvia.

En el análisis de las mismas se distinguen dos grupos:

- Instalaciones exteriores.
- Instalaciones domiciliarias.

Desde el punto de vista de la forma de evacuación pueden clasificarse en:

- Sistema unitario.
- Sistema separado.

En el *sistema unitario* las aguas de lluvia y los efluentes cloacales confluyen conjuntamente.

En el *sistema separado* como su nombre lo indica, las canalizaciones que transportan las aguas de lluvia son independientes de las de las redes cloacales.

Instalaciones exteriores de desagüe pluvial.

Son las canalizaciones que tienen el fin de eliminar las aguas de lluvia de los edificios, calles, calzadas, etc.

DESAGUE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Por razones de simplicidad y evitar contaminaciones en caso de desbordes, se aplica generalmente el sistema separado.

Solo se emplea el sistema unitario en la zona alta del radio antiguo que constituye el núcleo céntrico de la Ciudad.

En caso de desbordes por grandes lluvias se utilizan en el sistema unitario cámaras

especiales que transportan mediante conductos esas aguas al Río de la Plata.

La ventaja relativa de este sistema consiste en que no desaguan a calzada, especialmente en el radio céntrico, el agua del lavado de patios interiores, a la vez que se reduce el volumen de descarga en las mismas en caso de lluvias.

En el sistema separado las aguas de lluvias domiciliarias descargan por los conductos pluviales domiciliarios a la calzada y escurren por estas hasta las *bocas de tormenta o sumideros,* conectadas a los conductos pluviales que se desplazan por las calles, lo que constituye a encausar mediante la pendiente adecuada, el desagüe natural de la zona.

La evacuación de las aguas de lluvia de la Ciudad ofrece dificultades de orden técnico, derivadas de la escasa pendiente del terreno y de la importante extensión de las cuencas de sus emisarios naturales, que en su mayor parte nacen fuera de la Ciudad, atraviesan la misma y desaguan en el Río de la Plata.

Asi entonces se constituyeron sistemas independientes, separados por las líneas de divergencia naturales de las aguas, proyectados siguiendo trazas coincidentes con la de los cursos naturales que reemplazan.

Dichos causes naturales son los arroyos, Maldonado, Vega, Medrano, Cildañez, y el Riachuelo que transportan las aguas al Río de la Plata.

Instalaciones domiciliarias de desagüe pluvial.

Se designa como desagües pluviales domiciliarios al conjunto de canalizaciones destinadas a evacuar las aguas de lluvia que caen dentro de una propiedad.

PUNTO DE ENLACE

El punto de enlace en los sistemas unitarios de las instalaciones de desagüe pluvial externos con los internos se establece en el extremo de la conexión externa coincidente con la línea demarcatoria del frente de la propiedad, igual que lo ya señalado para las conexiones cloacales.

En los casos comunes o sea en los sistemas separados, el punto de enlace se establece en el cordón vereda del inmueble habitable.

Sistemas unitarios

En el sistema unitario se admite el desagüe a cloaca de las aguas de lluvia que caigan en los patios y demás espacios abiertos de las planta baja y subsuelos de los edificios.

Por lo tanto los patios altos, terrazas y techos deben desaguar a calzada según se indica en la figura 1 X.

Se admite sin embargo el desagüe de galerías cubiertas o laterales abiertas y de techos de hasta 5 m^2 a cloaca.

Por otra parte se autoriza el desagüe total a calzada, siempre que se interponga pileta de piso de 0,060 m para desviar a cloaca el agua proveniente del lavado de piso, como se muestra en la figura 2 X.

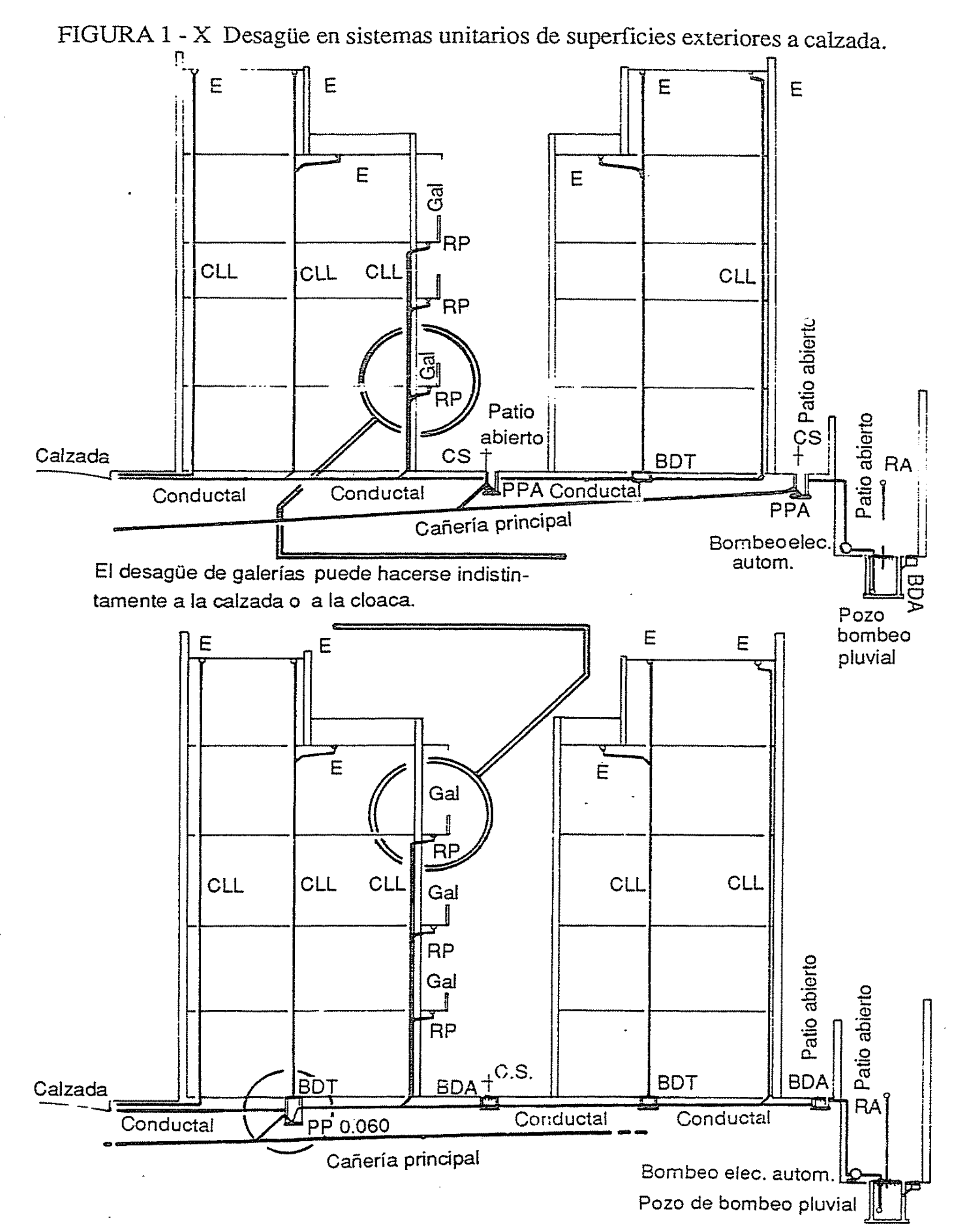


FIGURA 1 - X Desagüe en sistemas unitarios de superficies exteriores a calzada.

FIGURA 2 - X Desagüe en sistema unitario a calzada interponiendo pileta de piso.

Sistemas separados

En estos sistemas el agua de lluvia caída dentro de un edificio debe evacuarse mediante cañerías a la calzada, siendo totalmente independiente de la instalación de desagüe cloacal y son las que generalmente se adoptan como solución técnica, dado que asegura que no haya contaminaciones por fallas en los sifones y por otra parte, evita la saturación de las redes cloacales.

Cañerías de desagüe cloacal

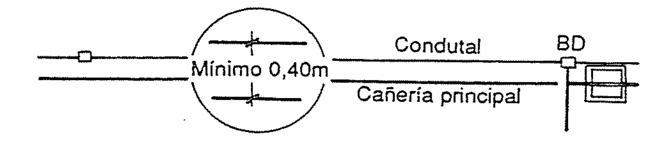
Las cañerías de desagües pluviales se las define de la siguiente manera, teniendo en cuenta la forma de emplazamiento:

- Conductales o albañales: cañerías horizontales
- Caños de lluvia: cañerías verticales

CONDUCTALES O ALBAÑALES

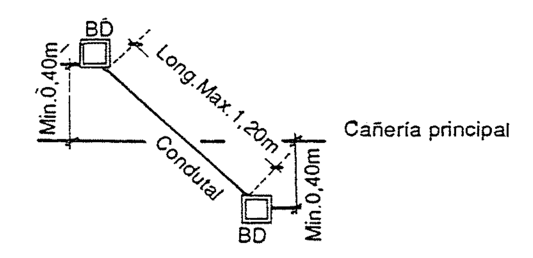
Estas cañerías horizontales se instalan a una distancia de 0,40 m como mínimo de las principales de los desagües cloacales como se muestra en la figura 3-X, no admitiéndose su superposición.

FIGURA 3-X Separación de cañerías pluviales y cloacales



Si por razones del proyecto el albañal debe cruzar sobre la cañería principal se admite una longitud máxima de 1,20 m, tal como se indica en el esquema de la figura 4-X.

FIGURA 4-X Superposición de cañerías pluviales y cloacales

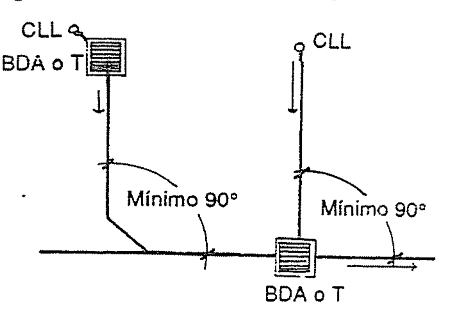


El diseño de su trazado debe responder al sentido de la corriente de las aguas y la acometida debe hacerse mediante ángulos suaves para evitar turbulencias o choques, ni obstaculizar el natural escurrimiento, complementándose con los artefactos pluviales, para al retención de elementos extraños que pudieran llegar a las cañerías o facilitar el acceso para su eventual limpieza o desobstrucción.

Los enlaces o derivaciones de conductales se efectúan mediante *boca de desagüe abierta* que son pequeñas cámaras con rejilla para actuar como elemento receptor de las aguas de lluvia en los patios. La boca de desagüe también puede ser tapada cuando u función es exclusiva para la vinculación de las cañerías.

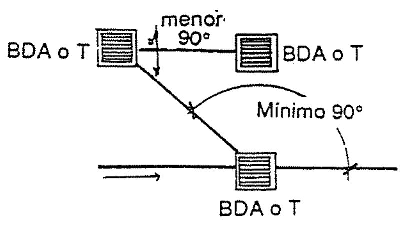
Los conductales deben tener una determinada pendiente hacia las zonas de evacuación, de modo que el fluir por gravitación se produzca pausadamente sin causar anegamientos. debiendo proyectarse siempre a favor de la corriente, formando como mínimo un ángulo de 90° tal cual se consigna en el detalle de la figura 5 - X

FIGURA 5-X Angulo de enlace de conductales



Como excepción puede proyectarse un ángulo inferior a 90° cuando la cañería desagua a una superficie menor a 12m2 como se muestra en la figura 6-X.

FIGURA 6-X Excepciones para superficies pequeñas



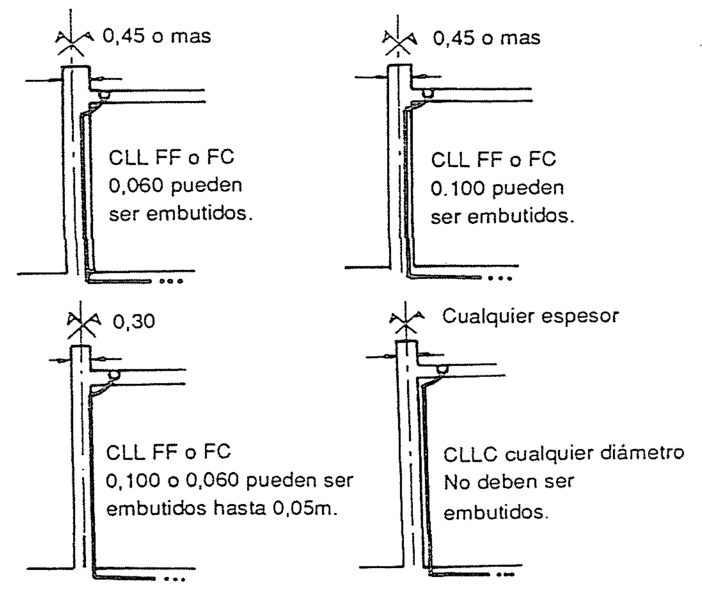
CAÑOS DE LLUVIA

Estas cañerías constituyen las bajadas verticales de los desagües pluviales de los techos azoteas o canaletas altas.

Se pueden embutir completamente en medianeras de 0,45m y si es de 0,30m solo pueden ser embutidos 0,05m

Por razones de seguridad por posibles filtraciones no se admite embutir los caños de cemento u hormigón comprimido. En la figura 7-X se detallan los casos indicados.

FIGURA 7-X Caños de lluvia embutidos en medianeras



Su trazado debe conservar verticalidad y en caso de sufrir desvíos por razones de proyecto, deben llevar elementos para acceder ellos en caso de obstrucción, como son los caños cámaras verticales, que deben colocarse en lugares accesibles y a 0,60 m del nivel del piso, de manera similar a lo detallado para los caños de bajada cloacales.

Su remate en la zona alta a desaguar, debe estar resguardado por rejillas para impedir que lleguen a ellos elementos extraños, constituyendo por ello, un factor preponderante que produce el anegamiento de los caños en caso de intensas precipitaciones.

MATERIAL DE LAS CAÑERÍAS

Las tuberías y accesorios para los desagües pluviales se las construye en hierro fundido, hormigón comprimido, asbesto cemento, o material plástico de PVC o polipropileno tal cual lo descripto al analizar los materiales de las instalaciones de desagüe cloacal.

En el proyecto de los caños de lluvia es necesario tener en cuenta la altura y lugar de desagüe debido a la presión que podría originar el agua en caso de anegarse o obstruirse.

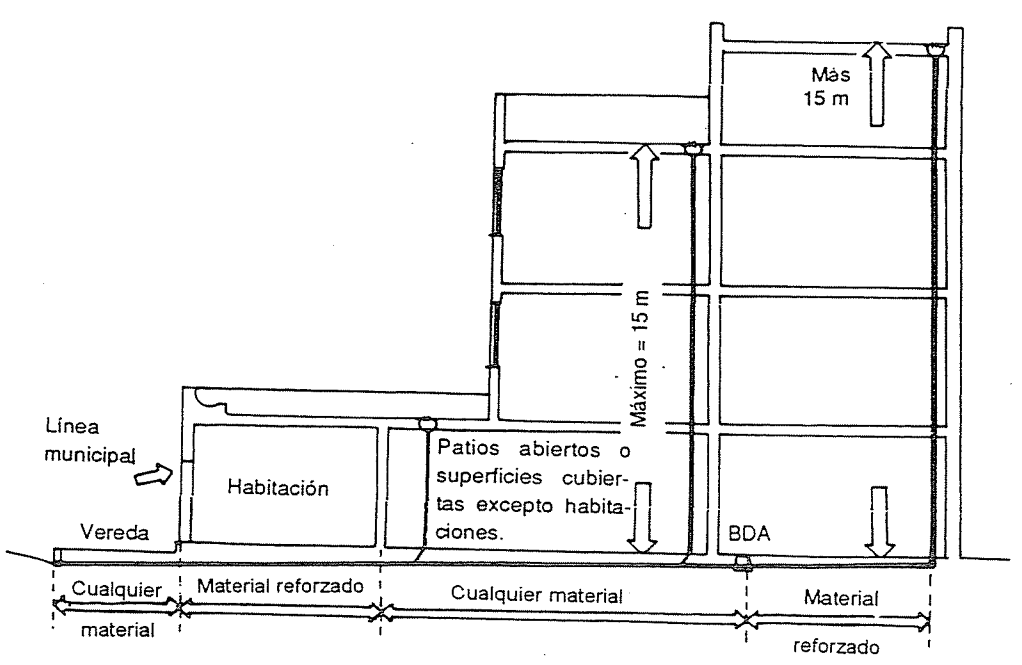
Cuando la altura es mayor de 15m es conveniente utilizar caños de adecuada resistencia estructural como el hierro fundido u otro material del tipo reforzado de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes avaladas por ensayos aprobados.

En este aspecto, los caños de lluvia construidos en cemento o asbesto cemento no deben tener mas de 5 metros.

Las cañerías de los albañales o conductales horizontales deben estar en función del material de los caños de lluvia que reciben y el cruce por debajo de las habitaciones debe ser construido en material reforzado, en cambio en superficies cubiertas no habitables, patios abiertos y en las veredas pueden ser de cualquier material.

En la figura 8-X se detalla lo indicado precedentemente, pero es de buena práctica adoptar el uso de cañerías de material reforzado aprobado en todo el conductal, manteniendo la uniformidad en las cañerías utilizadas.

FIGURA 8-X Empleo de caños reforzado en albañales

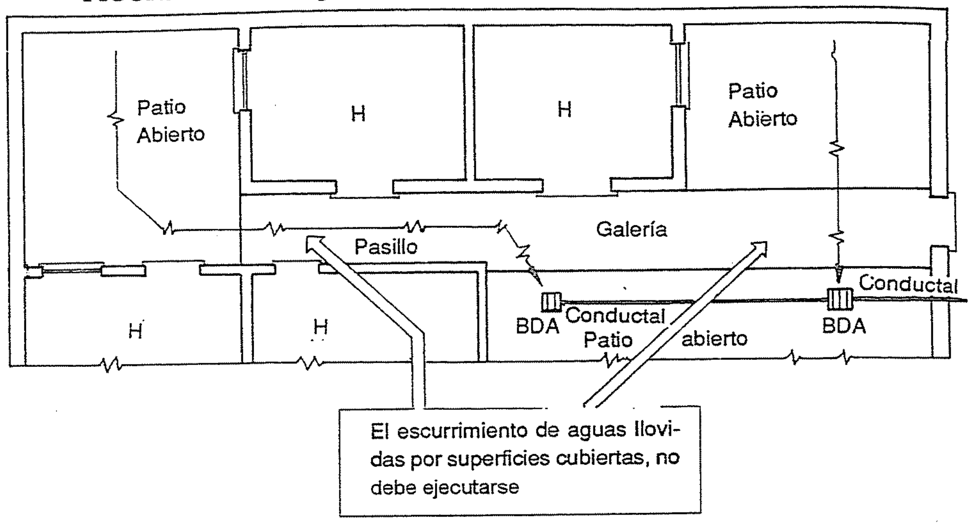


Recorrido de las aguas de lluvia

En el proyecto de un desagüe pluvial, debe considerarse que el escurrimiento de las aguas de lluvia no debe desplazarse superficialmente por locales cubiertos.

Por ejemplo, el agua de lluvia que cae directamente sobre los patios abiertos no debe pasar a través de los pasillos y galerías cubiertas, tal cual se consigan en el detalle de la figura 9-X y para ello, deben instalarse de cañerías de desagüe pluviales.

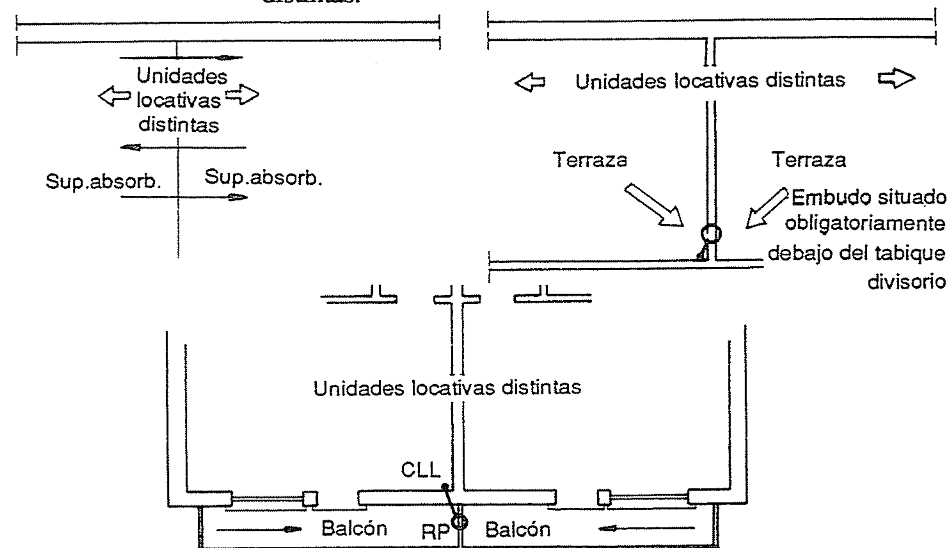
FIGURA 9 - X Desagües de aguas de lluvia por superficies cubiertas.



Tampoco se permite el escurrimiento superficial entre dependencias accesibles de unidades locativas distintas.

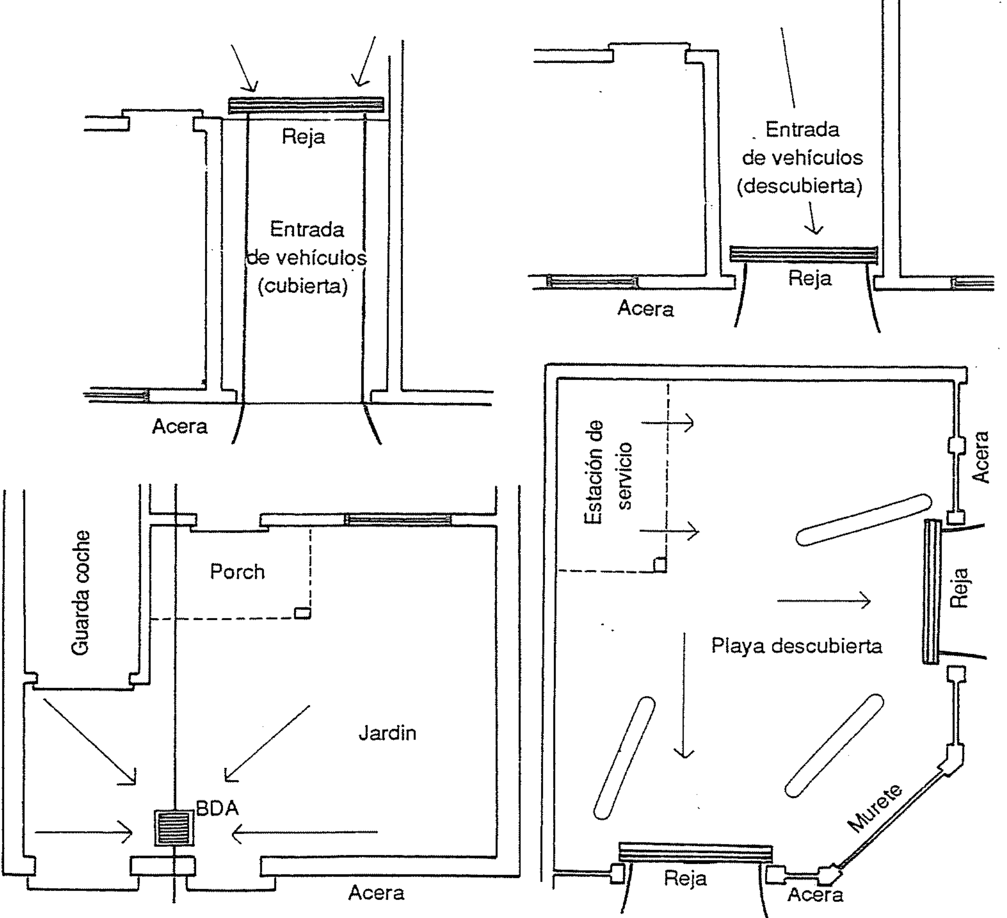
No debe producirse el escurrimiento superficial entre dependencias accesibles de unidades locativas distintas. Sólo es admisible entre superficies absorbentes y entre terrazas y balcones.

FIGURA 10 - X Desagües entre dependencias accesibles de unidades locativas distintas.



En el caso de patios, playas y entradas de vehículos con pendiente hacia la calzada deben instalarse rejas transversales para interceptar el agua y evitar que se escurra por la vereda. Desde esas rejas hacia el cordón de la vereda debe colocarse cañería según se observa en la figura 11 X.

FIGURA 11 - X Colocación de rejas transversales para desagüe pluvial en entradas de edificios.



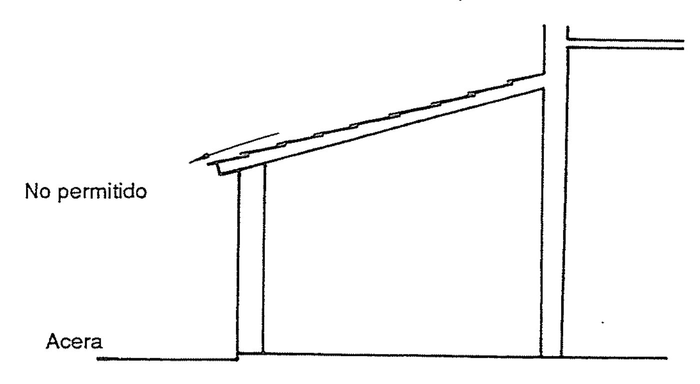
Desagües de aleros, salientes, manzardas y balcones

Para conducir el agua de lluvia caída en los techos hacia los embudos, bocas de desagüe y piletas de piso, según los casos, se utiliza las pendientes de las azoteas en los techos planos.

En los techos inclinados, se colocan canaletas de desagüe en la parte baja o bien desaguan directamente según los casos.

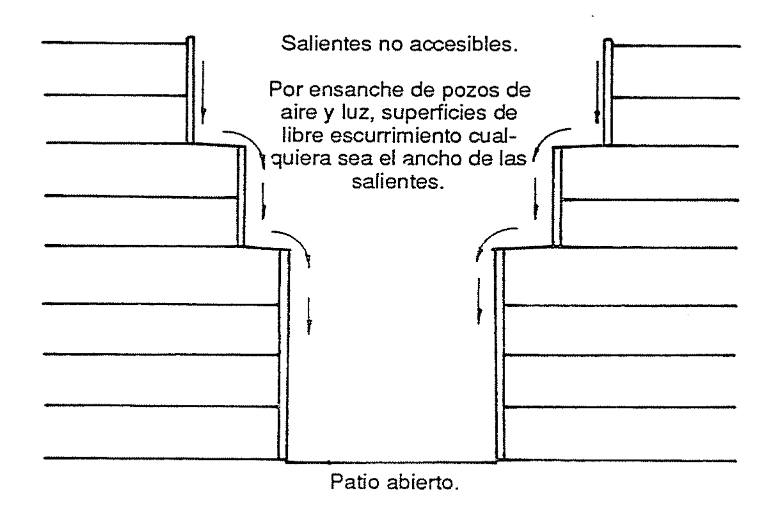
Los aleros no pueden desaguar directamente a la calle y las aguas deben ser conducidas mediante canaletas y cañerías, a fin de evitar molestias y suciedades a las personas que circulan como se señala en la figura 12 X.

FIGURA 12 - X Desagüe de techo inclinado.



Los salientes no accesibles originados por ensanches de pozos de aire y luz, pueden estar desprovistos de desagüe, cualquiera sea el ancho y superficie según se indica en la figura 13 X.

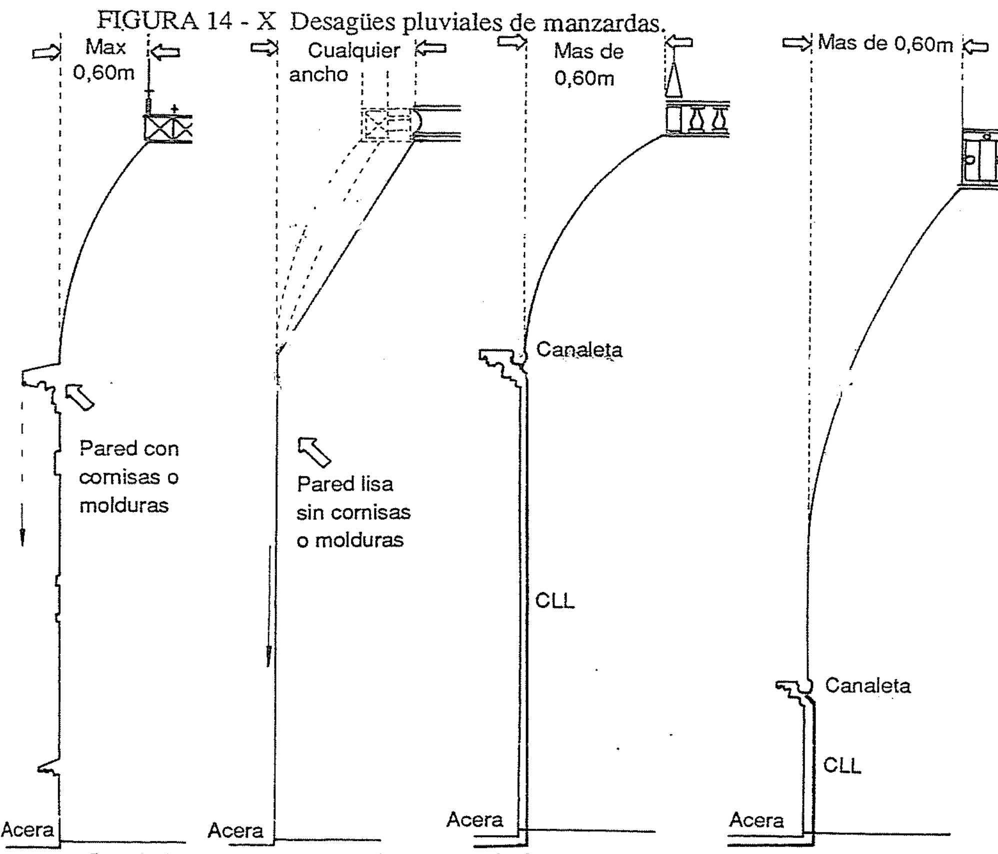
FIGURA 13 - X Libre escurrimiento en salientes no accesibles.



Las manzardas deben disponer de desagüe cuando en proyección horizontal excedan de 0,60 m de ancho.

Si el punto de la manzarda mas bajo se identifica con la pared vertical, sin interrupción de cornisas o molduras, puede no colocarse desagüe, como se detalla en la figura 14 X.

FIGURA 14 - X Desagües pluviales de manzardas.



Los balcones que poseen libre escurrimiento cualquiera sea su ancho y superficie pueden proyectarse sin desagüe, según se señala en la figura 15 X.

FIGURA 15 - X Balcón con libre escurrimiento.

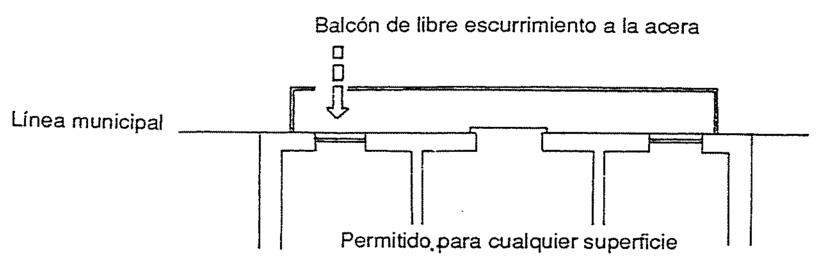
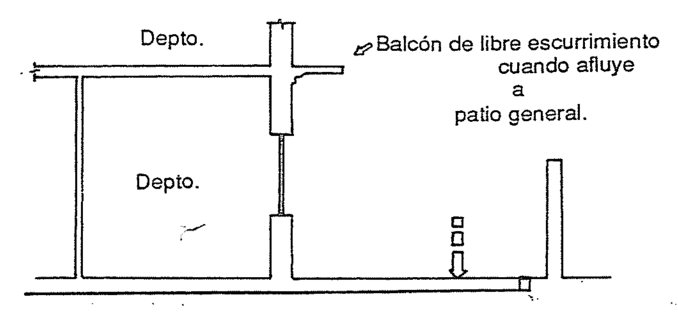


FIGURA 16 - X Desagüe de balcones que den a patios generales.



No es necesario la colocación de caño de lluvia en los casos de balcones que den a patios generales, como se indica en la figura 16 X.

Los caños de lluvia a menos de 4 m de la línea municipal en edificios de mas de 30m de altura, deben desaguar a boca de desagüe tapada, con salida a calzada con dos caños del mismo diámetro del caño de lluvia, según se observa en la figura 17 X.

Las canaletas de zinc pueden estar adosadas a medianera, pero nunca encima de ellas como se consigna en la figura 18 X.

FIGURA 17 - X Desagüe de caños de lluvia a menor de 4 m de la línea municipal y mas de 30 m de altura.

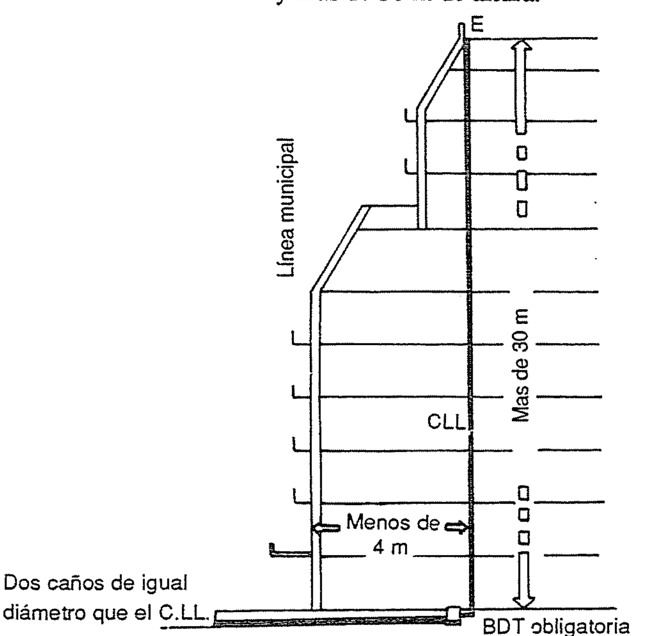
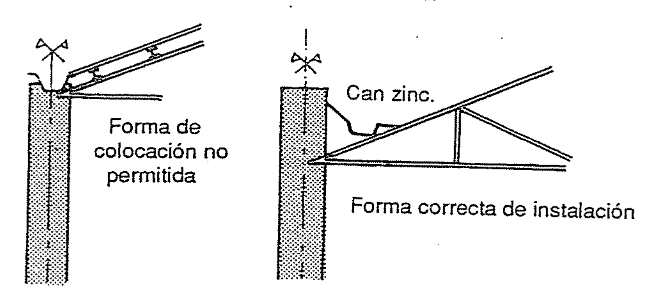


FIGURA 18 - X Canaletas de zinc en medianeras.



Desagües de terrenos ubicados bajo nivel de calzada.

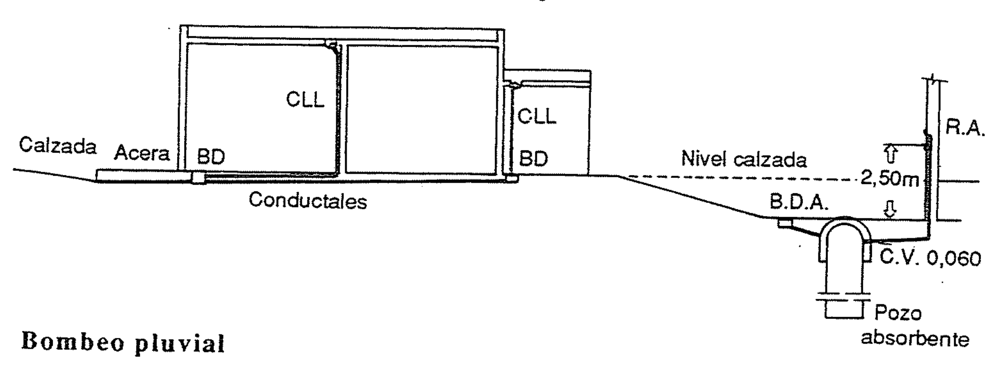
Puede ocurrir que parte de la propiedad se encuentre por debajo del nivel vereda y por lo tanto no se pueda desaguar el agua de lluvia caida en ella.

En estos casos se debe proceder al terraplenamiento del terreno o bien a la elevación mecánica de las aguas.

Si estos trabajos superan el 10% del valor del inmueble se admite la construccion de pozos absorbentes con boca de desagüe abierta y una rejilla de aspiración a 2,50 m sobre el nivel piso.

Los techos salvo casos muy especiales deben desaguar a calzada,según los detalles que se consigna en la figura 19 X.

FIGURA 19 - X Desagüe de terrenos bajo nivel calzada.



Bombeo pluvial

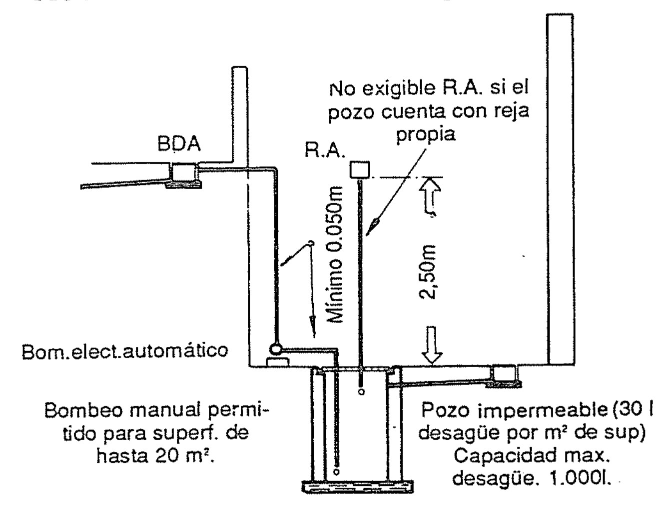
Los edificios que por problemas de nivel mencionado precedentemente requieren se instale desagüe mecánico, deben contar con un pozo impermeable, determinándose su volumen a razón de 30 litros por m^2 de superficie, con una capacidad máxima de 1000 litros.

Se admite que hasta 20 m^2 el bombeo sea a mano, siempre que medie conformidad

del propietario, debiendo ser obligatoriamente automático para superficies mayores.

El diámetro mínimo del caño de bombeo debe ser de 0,050 m, con reja de aspiración si el pozo no cuenta con ventilación, según las características que se indican en la figura 20 X.

FIGURA 20 - X Sistema de bombeo pluvial.



CALCULO DE LOS CONDUCTOS PLUVIALES

Se denomina intensidad de una lluvia a la cantidad de agua en altura que cae en la unidad de tiempo, medido en milímetro de columna de agua por minuto (mmca/min.).

Conocida la intensidad de lluvia, se puede calcular el caudal que ha caído sobre una superficie cualquiera.

Por ejemplo, si se supone que en un punto pico en la zona del Gran Buenos Aires una intensidad de lluvia de 1mmca/min, incide sobre una superficie de una terraza de 600 m^2, originaría un caudal de agua a evacuar por embudos, caños de lluvias y albañales de:

$$600\ m^2 \times 0{,}001\ m/min. = 0{,}6\ m^3/min = 600\ litros/min. = 10\ litros/seg.$$

La tabla inserta en el cuadro 1X, indica que ese caudal puede ser evacuado por un caño de 0,100 m a sección llena con una pendiente de 1:50 o sea 2 cm por metro.

Se observa que a medida que aumenta la pendiente de los caños, la capacidad de eliminación de agua de los mismos se incrementa.

Las Normas, sin embargo, establecen pautas bastante conservadoras para el diseño práctico, atento a que las cañerías pluviales no siempre fluyen a sección llena por suciedades, polvo almacenado, etc.

CUADRO 1 - X Superficie de desague de caños de lluvia.

Superficies que pueden desaguar los caños de 0,100 m y 0,150 m en el caso de lluvias de un milímetro por minuto, teniendo en cuenta que la cañería trabaja a sección llena.

Pendiente en metros		Caudal (l/seg.)		Superficie en m² que puede desaguar el caño			
Total	Por metro lineal	0,100m.	0,150m.	Para desagües pluviales únicamente		Para desagües simultáneos, pluviales y aguas servidas	
				0,100m.	0,150m.	0,100m.	0,150m.
1:6	0,16666	28,920	83,790	1735,20	5027,40	1301,40	3770,55
1:7	0,14285	26,774	77,575	1606,44	4654,50	1204,83	3490,87
1:8	0,12500	25,045	72,565	1502,70	4353,90	1127,02	3265,42
1:9	0,11111	23,614	68,414	1416,84	4104,84	1062,63	3078,63
1:10	0,10000	22,401	64,904	1344,06	3894,24	1008,04	2920,68
1:11	0,09090	21,359	61,883	1281,54	3712,98	961,15	2784,73
1:12	0,08333	20,450	59,249	1227,00	3554,94	920,25	2666,20
1:13	0,07692	19,647	56,924	1178,82	3415,44	884,11	2561,58
1:14	0,07142	18,933	54,853	1135,98	3291,18	851,98	2468,38
1:15	0,06666	18,291	52,993	1097,46	3179,58	823,09	2384,68
1:16	0,06250	17,709	51,310	1062,54	3078,60	796,90	2308,95
1:17	0,05882	17,181	49,778	1030,86	2986,68	773,14	2240,01
1:18	0,05555	16,696	48,376	1001,76	2902,56	751,32	2179,20
1:19	0,05263	16,252	47,086	975,12	2825,16	731,34	2118,87
1:20	0,05000	15,840	45,893	950,40	2753,50	712,80	2065,12
1:21	0,04761	15,458	44,787	927,48	2687,22	695,61	2015,41
1:22	0,04545	15,103	43,758	906,18	2625,58	679,63	1969,18
1:23	0,04347	14,771	42,796	886,26	2567,76	664,69	1925,82
1:24	0,04166	14,460	41,894	867,60	2513,64	650,70	1885,23
1:25	0,04000	14,168	41,048	850,08	2462,88	637,56	1847,16
1:26	0,03846	13,893	40,251	833,58	2415,06	625,18	1811,29
1:27	0,03703	13,633	39,499	817,98	2369,94	613,48	1777,45
1:28	0,03571	13,386	38,786	803,16	2327,16	602,37	1745,37
1:29	0,03448	13,154	38,112	789,24	2286,72	591,93	1715,04
1:30	0,03333	12,933	37,471	775,98	2248,26	581,98	1686,19
1:31	0,03225	12,722	36,862	763,32	2211,72	572,49	1658,79
1:32	0,03125	12,522	36,281	751,32	2176,86	563,49	1632,64
1:33	0,03030	12,331	35,720	739,86	2143,20	554,89	1607,40
1:34	0,02941	12,148	35,199	728,88	2111,94	546,66	1583,95
1:35	0,02859	11,973	34,692	718,38	2081,52	538,78	1561,14

Pendiente en metros		Caudal (l/seg.)		Superficie en m² que puede desaguar el caño			
Total	Por metro lineal	0,100m.	0,150m.	Para desagües pluviales únicamente		Para desagües simultáneos, pluviales y aguas servidas	
				0,100m.	0,150m.	0,100m.	0,150m.
1:36	0,02777	11,806	34,207	708,36	2052,42	531,27	1539,31
1:37	0,02702	11,645	33,741	698,70	2024,46	524,02	1518,34
1:38	0,02631	11,492	33,295	689,52	1997,70	517,14	1498,27
1:39	0,02564	11,343	32,865	680,58	1971,90	510,43	1478,92
1:40	0,02500	11,201	32,452	672,06	1947,12	504,04	1460,34
1:41	0,02439	11,063	32,054	663,78	1923,24	497,83	1442,43
1:42	0,02380	10,931	31,670	655,86	1900,20	491,89	1425,15
1:43	0,02325	10,803	31,299	648,18	1877,94	486,13	1408,45
1:44	0,02272	10,679	30,941	640,74	1856,46	480,55	1392,34
1:45	0,02222	10,559	30,595	633,54	1835,70	475,15	1376,77
1:46	0,02173	10,445	30,261	626,70	1815,66	470,02	1361,74
1:47	0,02127	10,333	29,937	619,98	1796,22	464,98	1347,16
1:48	0,02083	10,225	29,624	613,50	1777,44	460,12	1333,08
1:49	0,02040	10,120	29,320	607,20	1759,20	455,40	1319,40
1:50	0,02000	10,018	29,026	601,08	1741,56	450,81	1306,17
1:51	0,01960	9,919	28,739	595,14	1724,34	446,35	1293,25
1:52	0,01923	9,823	28,462	589,38	1707,72	442,03	1280,79
1:53	0,01886	9,730	28,192	583,80	1691,52	437,85	1268,64
1:54	0,01851	9,584	27,930	578,40	1675,80	433,80	1256,85
1:55	0,01818	9,546	27,674	572,76	1660,44	429,57	1245,33
1:56	0,01785	9,466	27,426	567,56	1645,56	425,97	1234,17
1:57	0,01754	9,383	27,185	562,98	1631,10	422,23	1223,32
1:58	0,01724	9,301	26,949	558,06	1616,94	418,54	1212,70
1:59	0,01694	9,222	26,720	553,32	1603,20	414,99	1202,40
1:60	0,01666	9,145	26,496	548,70	1589,76	411,52	1192,32
1:61	0,01639	9,069	26,278	544,14	1576,68	408,10	1182,51
1:62	0,01612	8,996	26,066	539,76	1563,96	404,82	1172,97
1:63	0,01587	8,924	25,857	535,44	1551,42	401,58	1163,56
1:64	0,01562	8,854	25,664	531,24	1539,24	398,43	1154,43
1:65	0,01538	8,786	25,456	527,16	1527,36	395,37	1145,52
1:66	0,01515	8,720	25,263	523,20	1515,78	392,40	1136,83
1:67	0,01492	8,653	25,074	519,18	1504,44	389,38	1128,33
1:68	0,01470	8,590	24,889	515,40	1493,34	386,55	1120,00
1:69	0,01449	8,519	24,707	511,14	1482,42	383,35	1111,81
1:70	0,01428	8,466	24,531	507,96	1471,86	380,97	1103,89

Pendiente en metros		Caudal (l/seg.)		Superficie en m² que puede desaguar el caño			
Total	Por metro lineal	0,100m.	0,150m.	Para desagües pluviales únicamente		Para desagües simultáneos, pluviales y aguas servidas	
				0,100m.	0,150m.	0,100m.	0,150m.
1:71	0,01408	8,406	24,358	504,36	1461,48	378,27	1096,11
1:72	0,01388	8,347	24,187	500,82	1451,22	375,61	1088,41
1:73	0,01369	8,291	24,021	497,46	1441,26	373,09	1080,94
1:74	0,01351	8,234	23,858	494,04	1431,48	370,53	1073,61
1:75	0,01333	8,179	23,699	490,74	1421,94	368,05	1066,45
1:76	0,01315	8,125	23,543	487,50	1412,58	365,62	1059,43
1:77	0,01298	8,072	23,289	484,32	1403,34	363,24	1052,50
1:78	0,01282	8,020	23,239	481,20	1394,34	360,90	1045,75
1:79	0,01265	7,970	23,091	478,20	1385,46	358,65	1039,09
1:80	0,01250	7,920	22,946	475,20	1376,76	356,40	1032,57
1:81	0,01234	7,870	22,804	472,20	1368,20	354,15	1026,15
1:82	0,01219	7,822	22,665	469,32	1359,90	351,99	1019,92
1:83	0,01204	7,775	22,528	466,50	1351,68	349,87	1013,76
1:84	0,01190	7,727	22,388	463,62	1343,28	347,71	1007,46
1:85	0,01176	7,683	22,261	460,98	1335,66	345,73	1001,74
1:86	0,01162	7,639	22,132	458,34	1327,92	343,75	995,94
1:87	0,01149	7,594	22,003	455,64	1320,18	341,73	990,13
1:88	0,01136	7,551	21,879	453,06	1312,74	339,79	984,55
1:89	0,01123	7,508	21,755	450,48	1305,30	337,86	978,97
1:90	0,01111	7,466	21,634	447,96	1298,04	335,97	973,53
1:91	0,01098	7,426	21,515	445,56	1290,90	334,17	968,17
1:92	0,01086	7,385	21,398	443,10	1283,88	332,32	962,91
1:93	0,01075	7,345	21,292	440,70	1277,52	330,35	958,14
1:94	0,01063	7,306	21,179	438,36	1270,74	328,77	953,05
1:95	0,01052	7,267	21,077	436,02	1264,62	327,01	948,46
1:96	0,01041	7,229	20,976	433,74	1258,56	325,30	943,92
1:97	0,01030	7,192	20,876	431,52	1252,56	323,64	939,42
1:98	0,01020	7,156	20,768	429,36	1246,08	322,02	934,56
1:99	0,01010	7,123	20,669	427,38	1240,14	320,53	930,10
1:100	0,01000	7,093	20,576	425,58	1234,56	319,18	925,92

Nota: Empleando cañería de hierro fundido se deduce el 20%.

Se consignan además, tablas prácticas para el diseño de los caños de lluvia y los conductales o cañerías horizontales.

Caños de lluvia

Se establece el diámetro de los conductos a adoptar, en función de la superficie máxima de desagüe, medida en proyección horizontal, de acuerdo a la tabla que se indica en el cuadro 2 X.

CUADRO 2 - X Caños de lluvia.

Superficie máxima de desague, medidas en proyección horizontal (m^2). (*).

Diámetro del caño de lluvia	0,060m (**)	0,100m	0,125m	0,150m	0,175m	0,200m	0,225m	0,250m
Techos planos, pendiente hasta 5%	90	300	450	750	900	1.170	1.480	1.830
Techos inclinados	65	220	320	550	620	820	1.040	1.290
Caños de lluvia ventilados, caño de ventilación o reja de aspiración	180	600	900	1.500	1800	2.340	2960	3660

(*) Para alcanzar las superficies máximas de desague consignadas, debe cumplirse con lo establecido para los embudos.

(**) El empleo de caño lluvia de 0.060 m. tiene carácter restrictivo, no pudiendo en una misma planta recibir una superficie que exceda los 30 m^2, no debiendo contar el caño lluvia con desviación alguna, a fin de evitar obstrucciones debido a hojas, revoques y cuerpos estraños que pueda transportar.

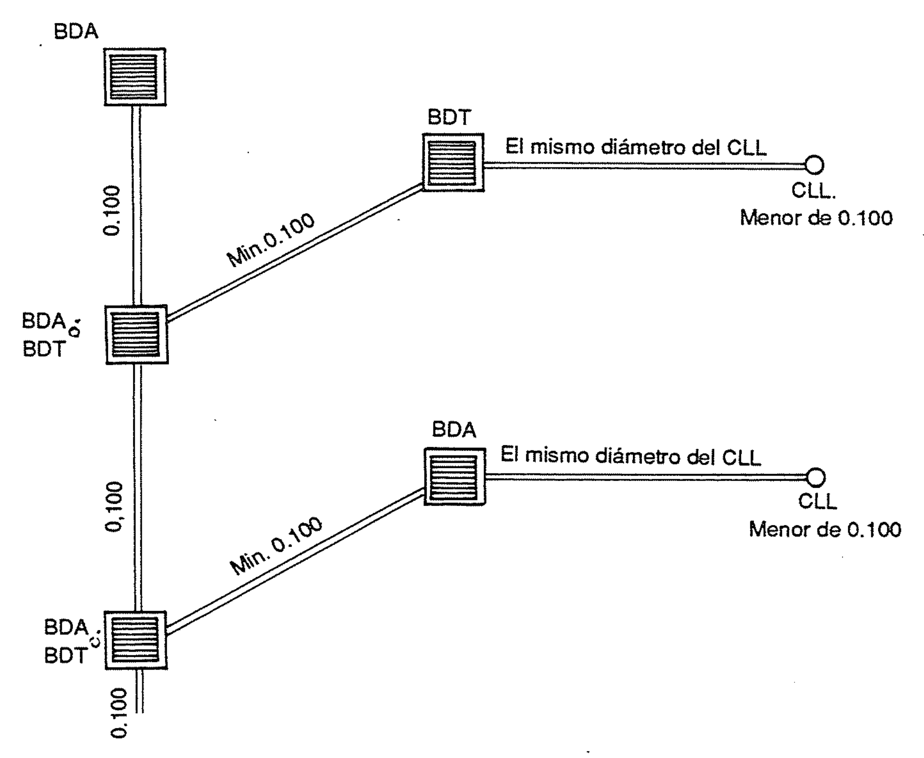
Conductuales o albañales

Deben tener un diámetro mínimo de 0.100 m según los detalles que se indican en la figura 21 X, con pendiente en el sentido del avance de las aguas,

No hay exigencia mínima en cuanto a pendiente, pero no es conveniente que sea muy reducida, porque ello provoca la sedimentación de las tierras, arenas, etc. que las cañerias transportan, provenientes de los techos, azoteas, etc.

Se establece que la arena sedimenta cuando la velocidad es menor de 0,30 m/seg, por lo tanto, la pendiente debe ser tal que la velocidad de escurrimiento de los líquidos, no descienda de ese valor.

FIGURA 21 - X Diámetros mínimos de conductales.



CUADRO 3 - X Desagues de conductales.

Superficie máxima de desagüe para conductales con pendiente comprendidas entre 1 cm. y 1 mm. por metro, calculados a sección llena.

Pendiente.		C.M.V.		C.B.C.		C.Abs.C.		
Total aprox.	mm. por m.	0,100m.	0,125m.	0,150m.	0,175m.	0,200m.	0,225m.	0,250m.
1: 100	10	426	780	1.235	1.883	2.672	3.686	4.858
1: 110	9	404	740	1.172	1.786	2.596	3.496	4.609
1: 125	8	381	697	1.104	1.684	2.390	3.296	4.346
1: 140	7	356	652	1.033	1.575	2.236	3.084	4.065
1: 165	6	330	604	957	1.462	2.070	2.855	3.763
1: 200	5	301	552	873	1.367	1.890	2.606	3.435
1: 250	4	269	493	777	1.187	1.745	2.331	3.073
1: 330	3	228	418	706	1.031	1.464	2.019	2.661
1: 500	2	190	349	552	842	1.195	1.648	2.169
1:1000	1	134	241	390	596	845	1.170	1.536

Superficie máxima de desagüe para conductales con pendientes comprendidas entre 1 cm. y 1 mm. por metro, calculados a sección llena.

Pendiente.		C.F.F.		C.C.A.		C.C.C.		
Total aprox.	mm. por m.	0,100m.	0,125m.	0,150m.	0,175m.	0,200m.	0,225m.	0,250m.
1: 100	10	341	624	988	1.506	2.138	2.949	3.886
1: 110	9	323	592	938	1.429	2.077	2.797	3.687
1: 125	8	305	558	883	1.347	1.912	2.637	3.477
1: 140	7	285	522	826	1.260	1.789	2.467	3.252
1: 165	6	264	483	766	1.170	1.656	2.284	3.010
1: 200	5	241	442	698	1.094	1.512	2.085	2.748
1: 250	4	215	394	622	950	1.396	1.865	2.458
1: 330	3	182	334	565	825	1.171	1.615	2.129
1: 500	2	152	279	442	674	956	1.318	1.735
1: 1000	1	107	193	312	477	676	936	1.229

Nota: Para conductales con pendiente mayor de 1:100: ver tabla cuadro 1 X columna desagüe pluvial únicamente.

Embudos

Los embudos son elementos destinados a recoger el agua de lluvia que se escurre por azoteas, techos, etc, los que deben tener una pendiente razonable para permitir una rápida evacuación.

Consisten en una cámara con su marco y tapa rejilla de cemento, hierro fundido, plomo, fibrocemento, plástico,etc.

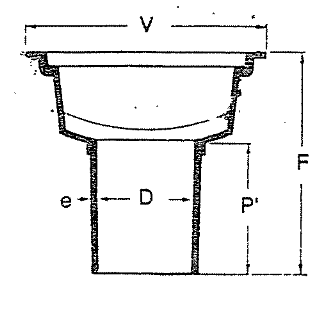
En la figura 22 X se indica el detalle de embudos de hierro fundido.

FIGURA 22 - X Embudos.

Embudos de azotea con salida central.

Dimensiones en mm.

D mm.	Tipo	e	F	P'	V
64	Liviano	6	260	180	205
102	Liviano	6	290	180	255
152	Liviano	6	295	160	320

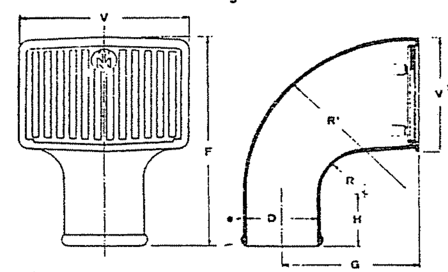


Embudos de azotea con salida lateral.

Dimensiones en mm.

D mm.	Tipo	e	G	H	V
64	Liviano	6	260	80	210
102	Liviano	6	290	110	255
152	Liviano	6	305	140	320

Embudos de azotea con rejilla vertical.



Dimensiones en mm.

D mm.	Tipo	e	F	G	H	R	R'	V	V'
64	Liviano	6	300	180	80	64	204	200	155
102	Liviano	6	325	198	80	70	245	240	180

En las cañerías de lluvia de 0,050 y 0,060 m. de diámetro no es necesario el empleo de embudos, pudiéndose sustituir por codos simples.

La superficie máxima que abarca un embudo, está fijado por lo que desagua por cada cm² de sección del mismo.

La tabla del cuadro 4 X da la superficie máxima que pueden desaguar en función de las dimensiones de los embudos y el material a utilizar.

CUADRO 4 - X Superficie máxima de desague de embudos.

Medidas en cm.	Superficie máxima por m² por embudo.	
	Hierro fundido Cemento	Plomo
15 x 15	30	40
20 x 20	80	90
25 x 25	130	150
30 x 30	150	180

Canaletas

Pueden ser prefabricadas o de mampostería revocada con mortero de cemento sus caras interiores para que sean impermeables.
La superficie máxima de desague en la indicada en el cuadro 5 X.

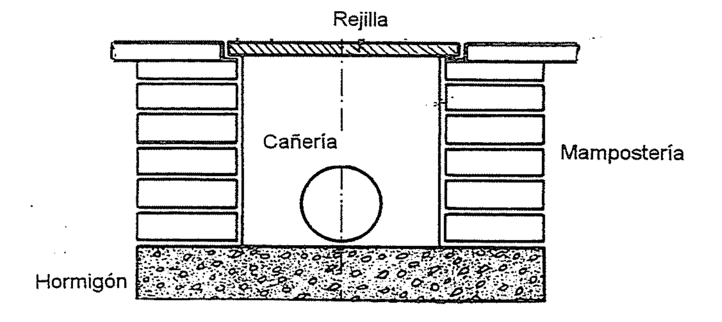
CUADRO 5 - X Superficie de desague de canaletas

0,10m x 0,10m	300 m2
0,15m x 0,15m	600 m2
0,15m x 0,25m	1200 m2
0,15m x 0,30m	1800 m2

Bocas de desague

Es una cámara destinada a recoger el agua de los desagues pluviales, pudiendo ser tapada o abierta, como se muestra en la figura 23 X.

FIGURA 23 - X Boca de desague abierta



Las bocas de desague abiertas llevan rejilla y están destinadas a recoger las aguas superficiales.Las dimensiones se establecen en función de la superficie a desaguar, según se indica en el cuadro 6 X.

CUADRO 6 - X Superficie máxima de desague de bocas de desague

0,15m x 0,15m	30 m2
0,20m x 0,20m	80 m2
0,25m x 0,25m	130 m2
0,30m x 0,30m	150 m2

CAPITULO XI

INSTALACIONES INDUSTRIALES Y ESPECIALES.

REQUISITOS PARA ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES Y ESPECIALES.

Los Establecimientos Industriales y Especiales que utilizan agua en sus procesos y que deben eliminar líquidos residuales industriales o cloacales, deben cumplimentar requisitos especiales.

Se entiende por *Establecimientos Especiales*, las escuelas, hospitales, cuarteles, o similares.

Suministro de agua.

Sólo se suministra agua a Establecimientos Industriales mediante tanque de bombeo de acuerdo con la capacidad de la red de distribución.

Cuando no la suministra puede extraerse mediante pozos, siempre que no interfieran en las fuentes de provisión de agua, o mediante aguas superficiales o subterráneas.

Los tanques para almacenar agua de uso puramente industrial, excepto para elaborar productos de alimentación o bebidas, pueden ser del tipo abierto.

Líquidos residuales.

Los líquidos residuales pueden concurrir a conductos cloacales o pluviales, a curso de agua o a terrenos por arriba de la napa freática, dentro de ciertas limitaciones. Cuando se utilizan para la refigeración, condensación u otros usos que no alteren mayormente su calidad, el desagüe de aguas subterráneas o superficiales, se envía a conducto pluvial.

Pueden concurrir a conducto cloacal los efluentes sometidos previamente a tratamiento depurativo que no contengan materias volátiles o inflamables.

Se admite el desagüe a terrenos por arriba de la napa freática de efluentes de ciertas características físico-químicas siempre que puedan ser absorbidos facilmente.

Solo pueden desaguar a capas profundas, aguas limpias y no contaminadas a fin de no afectar las capas receptoras.

Los líquidos pueden clasificarse entonces en cuatro grandes grupos:

* *Pesados:* de densidad mayor que el agua, decantan facilmente obstaculizando el escurrimiento en las cañerías de evacuación. Se utilizan para su eliminación *decantadores*.
* *Livianos:* de menor densidad que el agua, constituyen impurezas flotantes que originan obstruciones o bien emanaciones nocivas. Se aplican para estos casos *interceptores*.
* *Agresivos: costituídos* por ácidos puros o en solución que atacan y corroen los materiales de las canalizaciones y las instalaciones. Se emplean para eliminarlos elementos denominados *neutralizadores*.
* *Calientes:* como los efluentes a altas temperaturas pueden deteriorar las canalizaciones se utilizan *pozos de enfriamiento*.

TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Desde el punto de vista de la forma de tratamiento de los líquidos residuales industriales, los efluentes pueden clasificarse en :

* Mecánicos y físicos.
* Químicos.
* Biológicos naturales.

Los procesos mecánicos, físicos y químicos se realizan generalmente para el tratamiento de desagües industriales en la misma planta.

El tratamiento biológico natural consiste en una depuración posterior que se emplean en efluentes de gran importancia o para una localidad.

METODOS MECANICOS Y FISICOS

Los tratamientos mas usuales son :

* Tamizado.
* Interceptores de trapos, gasas, hilos, estopa, algodones, etc.
* Sedimentadores o decantadores.
* Desarenadores.
* Interceptores, decantadores.
* Interceptor de grasas y aceites.
* Dispositivos enfriadores.

Tamizado

Es un procedimiento tendiente a retener sólidos, ya sean gruesos, medianos o pequeños.

Para ello se emplean rejas, tamices o micromallas, que pueden ser fijas o movidas mecanicamente.

En algunos casos se suele emplear trituradores o rasgadores, con el fin de transformar los sólidos gruesos en tamaño mediano o pequeño.

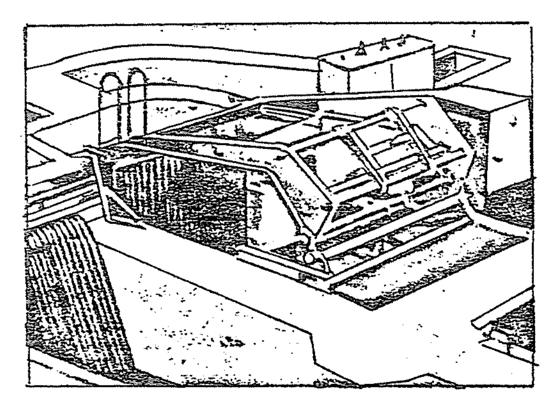
Las rejas se colocan normalmente a la circulación de los fluidos o inclinadas, con separación de los barrotes de 0,5 a 5 cm según el tipo de material a retener, como se indica en la figura 1 XI.

En cuanto a los tamices se establecen aberturas de 1 a 6 mm de espesor.

Para retener sólidos muy pequeños se utilizan microfiltros o micromallas, que se construyen en material no corroible como acero inoxidable, bronce, plástico, etc.

Debe efectuarse una limpieza periódica y permentente de los sólidos retenidos, que puede ser mediante equipos manuales o automático, a fin de evitar posibles obstrucciones.

FIGURA 1 - XI Rejas separadoras.
Reja manual (izquierda) y mecánica (derecha).



Interceptores de trapos, gasas, hilos, estopa, algodones, etc.

Cuando se trata de efluentes de poca importancia, como por ejemplo pequeñas industrias textiles, se colocan interceptores que consisten en rejas removibles verticales o inclinadas, provistas de ganchos, colocadas en cámaras de inspección, de a dos como mínimo, a fin de que cuando se saque de servicio una para su mantenimiento o limpieza, la otra cumpla la función de retención.

Dichas rejas consisten en un conjunto de barras con ganchos para acrecentar la retención, según se indica en la figura 2 XI.

Se exige a los efectos de la testificación la colocación en la cámara de una tercera reja que es precintada para control.

Para efluentes de mayor importancia y permanentemente con residuos, deben preverse rejas con limpieza manual continuada o mecánica, como se muestra en la figura 3 XI.

Cuando los residuos son importantes, además de que las rejas deben ser de accionamiento mecánico automático, debe anexarse un incinerador.

Estos interceptores llevan igualmente la reja de control testificadora.

FIGURA 2 - XI Interceptor de trapos, gasas y algodones, para efluentes de poca importancia .

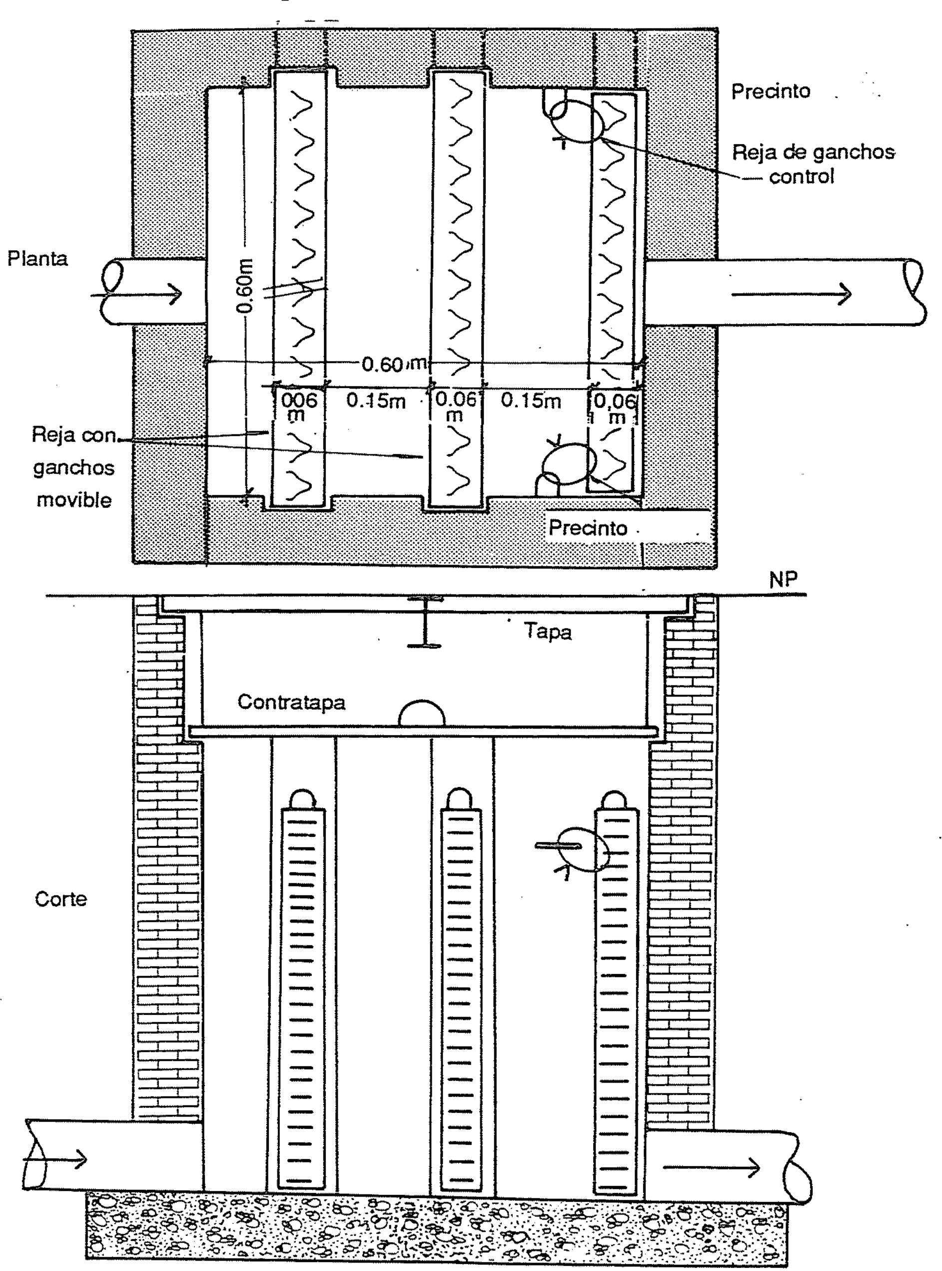
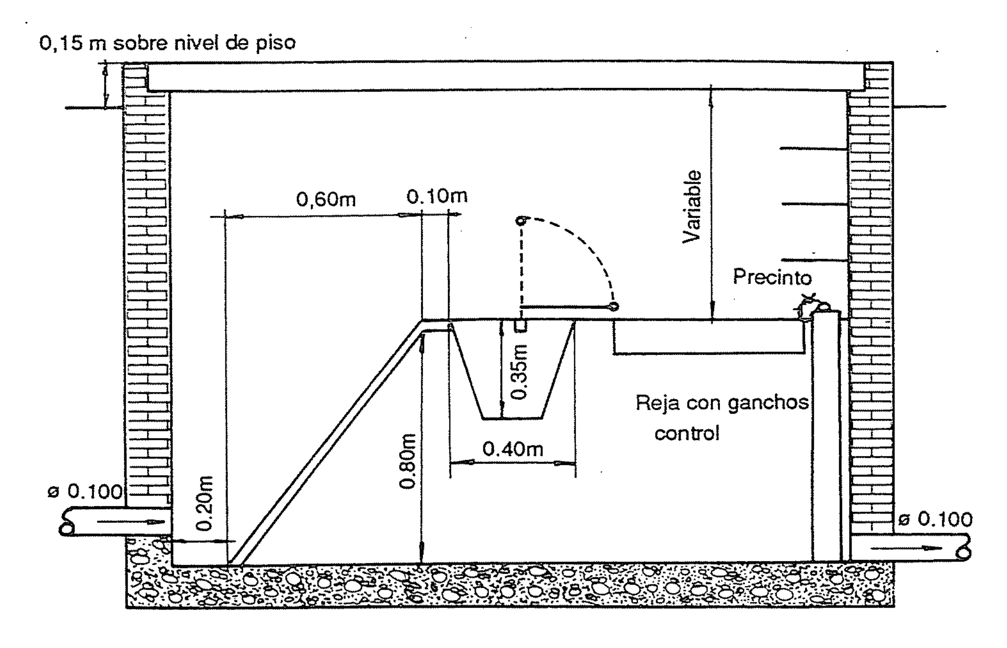
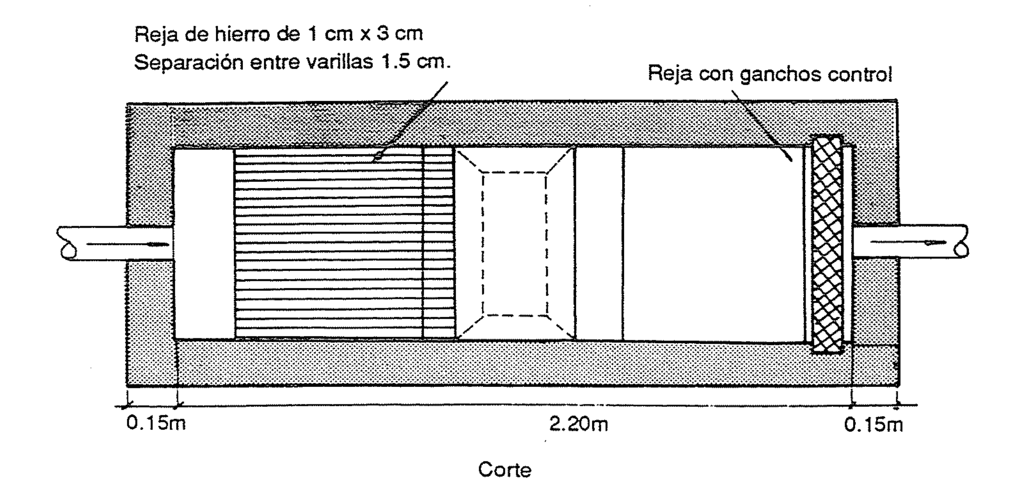


FIGURA 3 - XI Interceptor de trapos, estopa, gasa, etc. para efluentes con residuos continuados.

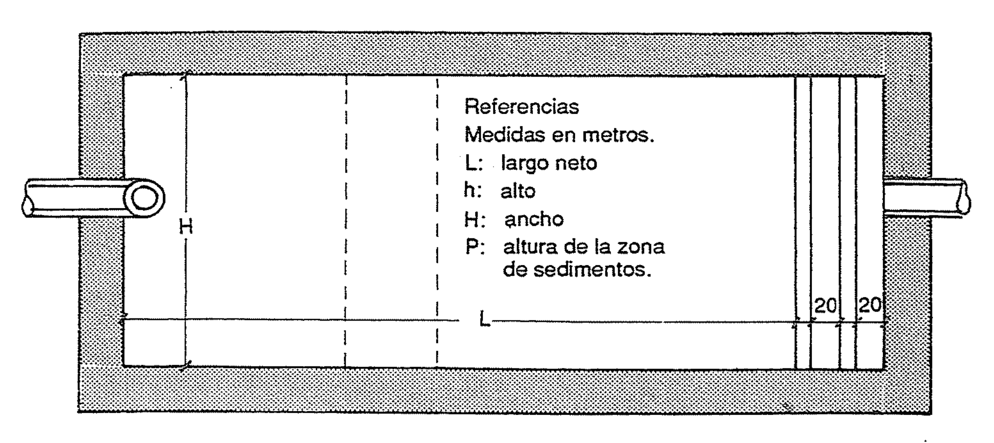


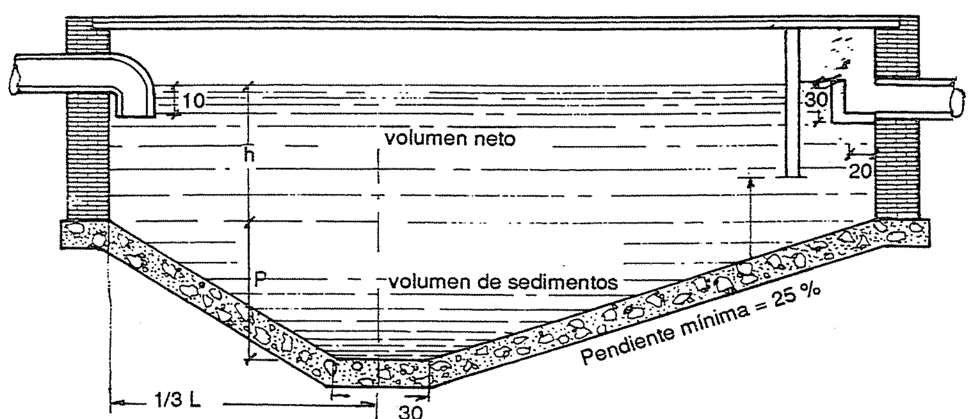


Sedimentadores o decantadores.

Son tanques que cumplen las siguientes funciones, según se detalla en la figura 4 XI.

FIGURA 4 - XI Sedimentador o decantador.





* Remoción de sólidos de naturaleza floculante, suspendidas en el líquido, con menor densidad que la arena u otros sólidos.
  Las partículas suspendidas no cambian de tamaño, ni de densidad y la retención se cumple independientemente de la profundidad.
* Remoción de sólidos de naturaleza floculante, capaces de aglomerarse entre si en función de la oportunidad de contacto.
  Los flóculos pueden cambiar de forma, tamaño y aún de densidad, siendo esto dependiente de la profundidad.
* Remoción de sólidos de naturaleza floculante concentrada, que al asentar forman una interfase entre la zona de partículas sedimentadas y el líquido clarificado. En este caso juega un papel preponderante la extensión superficial.

Estos recipientes pueden tener flujos continuos o discontinuos de entrada y ser de corriente vertical u horizontal, según el sentido del flujo, pudiendo ser la planta circular, cuadrada o rectangular.

En estos tanques, las impurezas que se encuentran suspendidas se depositan debido a su peso por la acción de la gravedad.

El principio consiste en hacer circular el agua muy lentamente, de manera que se facilite el depósito de las partículas suspendidas.

Muchas veces cuando se quiere purificar las aguas residuales, se activa el proceso de decantación de las partículas sólidas suspendidas, añadiendo determinados productos químicos como por ejemplo el sulfato de aluminio en el tratamiento del agua del Río de la Plata, como se ha indicado en el capítulo I.

De esa manera queda separado el grueso de las partículas sólidas en suspensión que contienen las aguas residuales.

Dichos sólidos se depositan en el fondo donde deben ser retirados periodicamente, proyectandose *zonas de concentración de barros.*

Los barros son retirados por bombeo, presión hidrostática, gravitación, etc, debiendose tratar en elementos especiales.

El dimensionamiento de los sedimentadores se hace en base a obtener una permanencia mínima de dos horas para el cudal máximo horario y en ningún caso el volumen debe ser inferior a 350 litros.

Se admite que cuando son sedimentadores secundarios, la permanencia sea de una hora y media, para el caudal máximo de circulación.

El volumen real máximo de residuos decantados, debe calcularse de acuerdo al contenido de sólidos sedimentables y a la características de compacidad.

Así se puede obtener:

$$V = C \cdot T$$

Donde:

T : tiempo de detención del efluente (h);
V : volumen de decantador (m^3);
C : caudal circulante (m^3/h).

El tiempo T de detención se calcula en función del asentamiento del líquido en probetas :

$$T = \frac{p}{v}$$

Donde:

P : profundidad de decantación (m);
v : velocidad de decantación (m/h).

En general suele estimarse en los calculos un tiempo de decantación de dos horas que es la mínima de permanencia establecida en el Reglamento de acuerdo a lo indicado precedentemente.

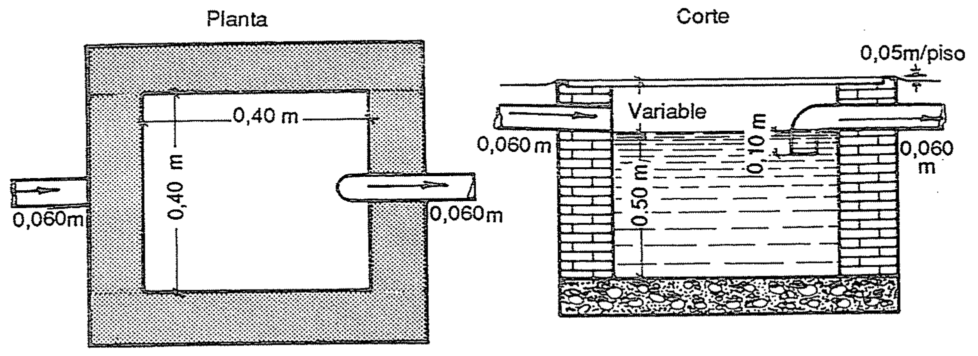
El volumen V, entonces, en función del tiempo T y del caudal circulante que es un dato del proceso, se determina teniendo en cuenta en el diseño la eliminación del residuo y una capacidad de acumulación adicional para los sedimentos.

Desarenadores

Son instalaciones destinadas a separar la arena del desagüe y pueden ser de sedimentación simple, sedimentación hidráulica regulada o del tipo mecánico.

En la figura 5 XI se indica un desarenador simple.

FIGURA 5 - XI Desarenadores.



Interceptores-decantadores

Son aparatos que conjugan los interceptores con la acción posterior de sedimentación en los decantadores.

Existen diferentes tipos de acuerdo el efluente a tratar según se indican en las figuras 6 a 9 XI.

FIGURA 6 - XI Interceptor de barro y estiercol.

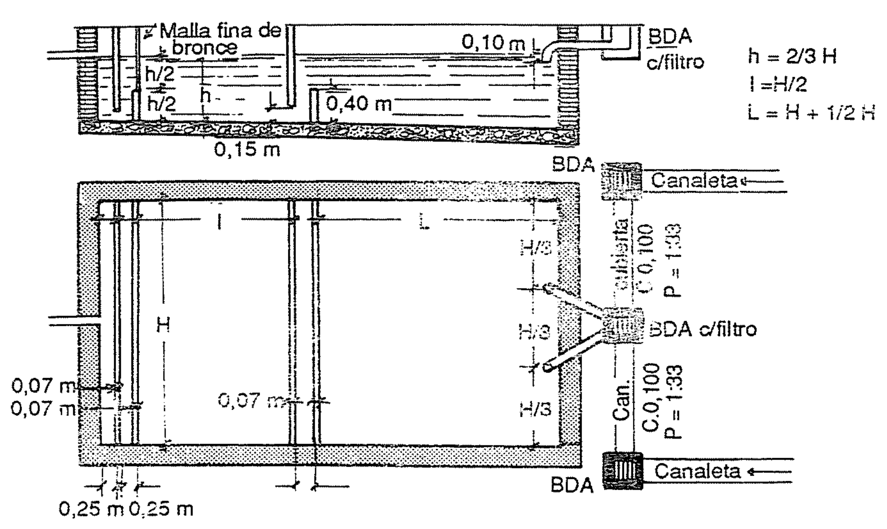


FIGURA 7 - XI Interceptor decantador de cerdas y tripas.

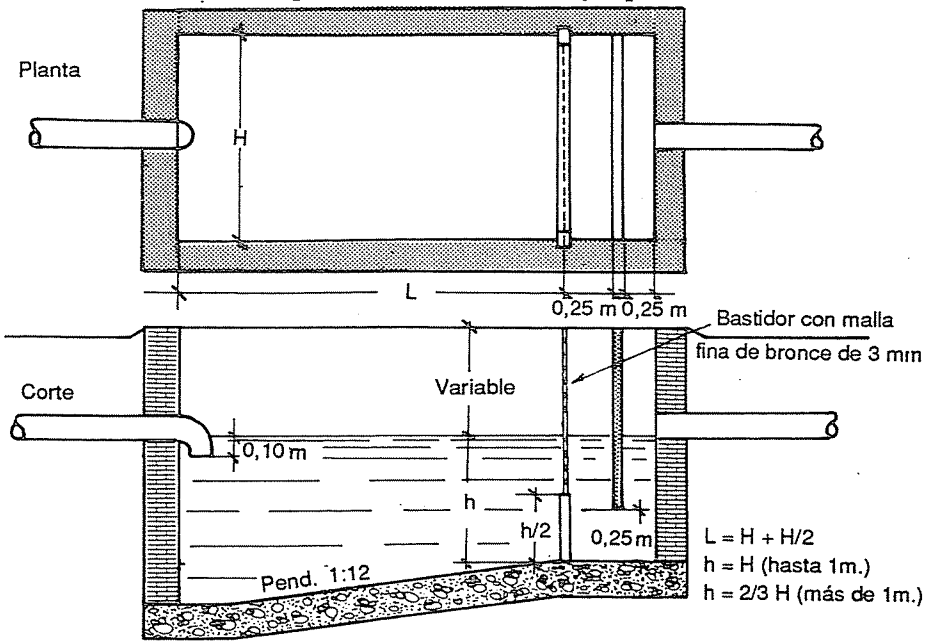


FIGURA 8 - XI Interceptor decantador, para residuos pesados y livianos.

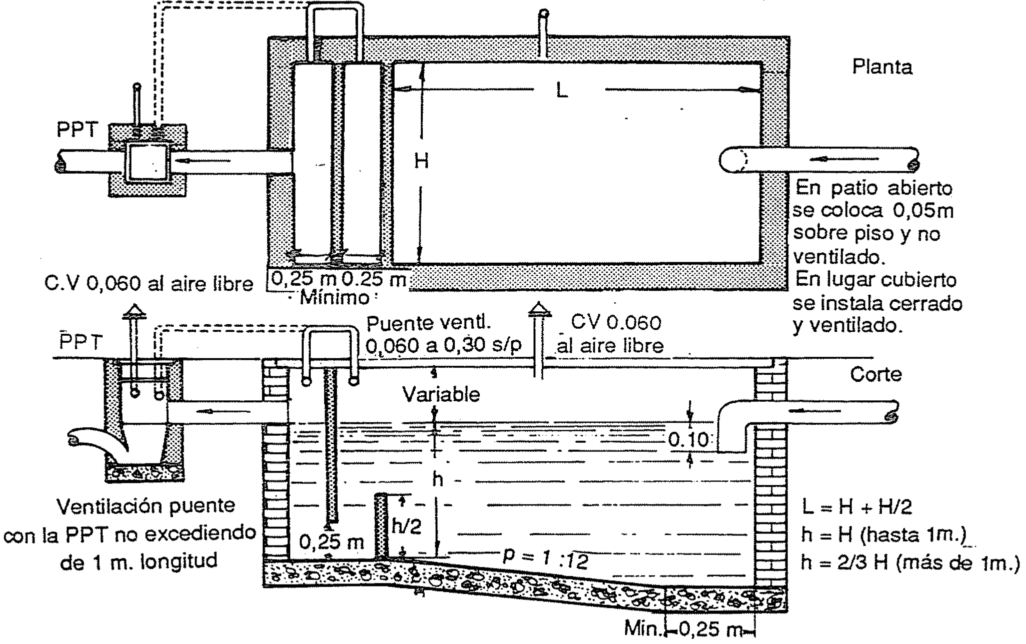
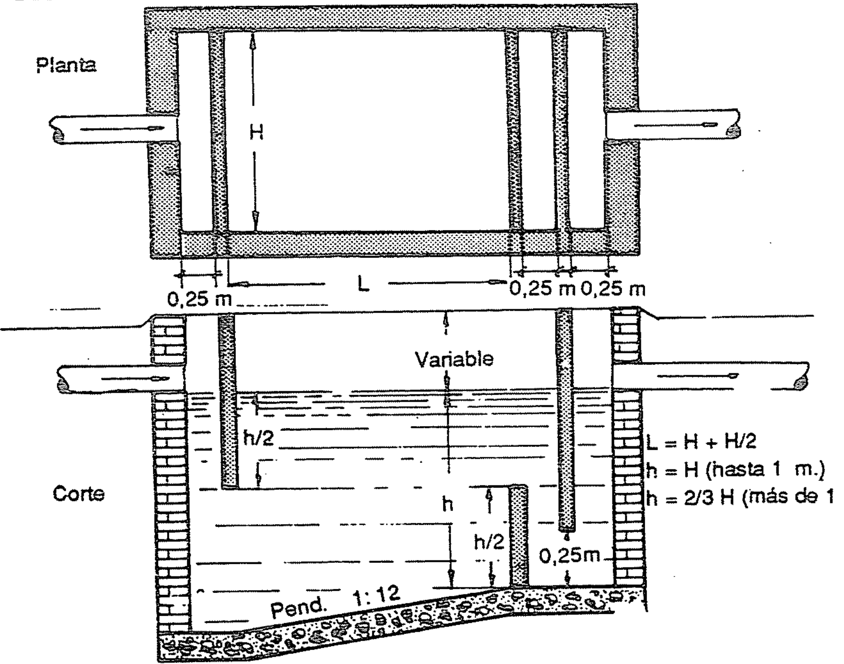


FIGURA 9 - XI Interceptor de espuma.



Interceptores de nafta.

DESAGUE DEPOSITOS Y GARAGES PARA AUTOMOVILES

FIGURA 10 - XI Garage con interceptor de nafta.

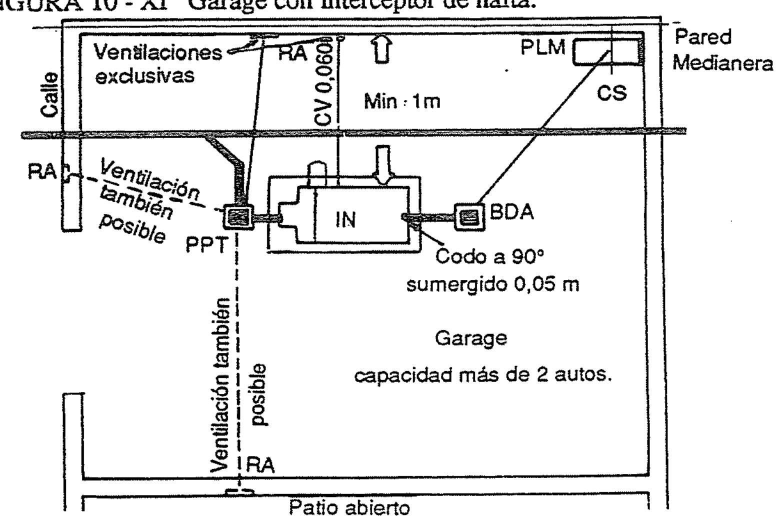


FIGURA 11 - XI Corte de garage con interceptor de nafta.

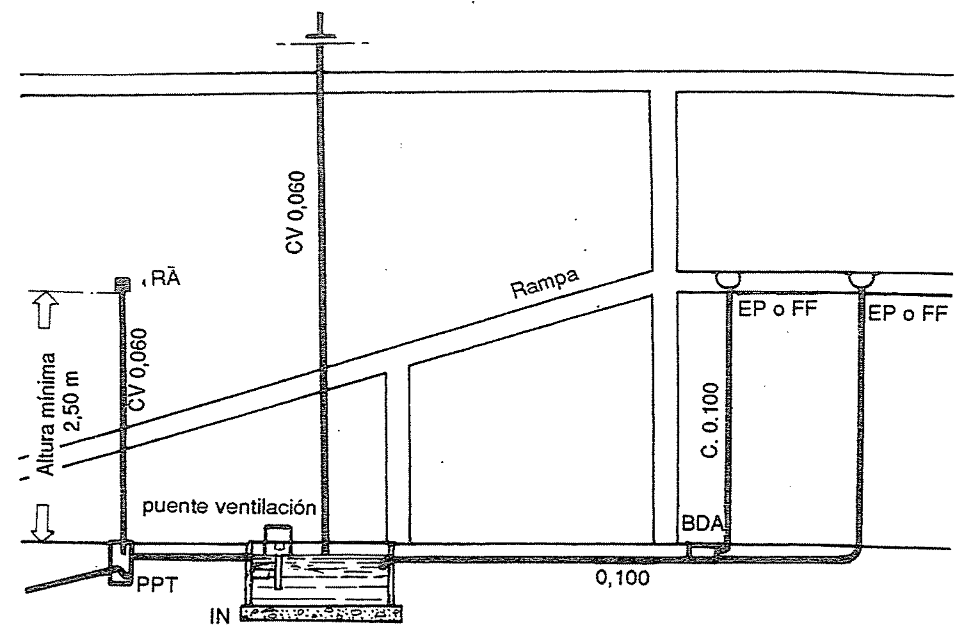


FIGURA 12 - XI Depósito hasta dos coches.

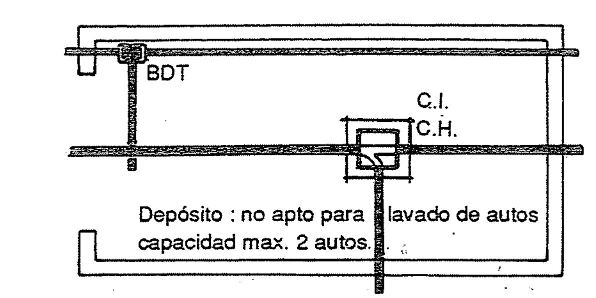


FIGURA 13 - XI Garage hasta dos coches.

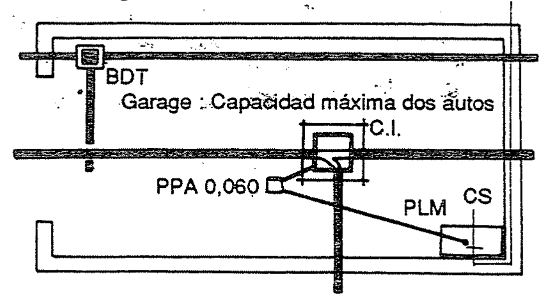
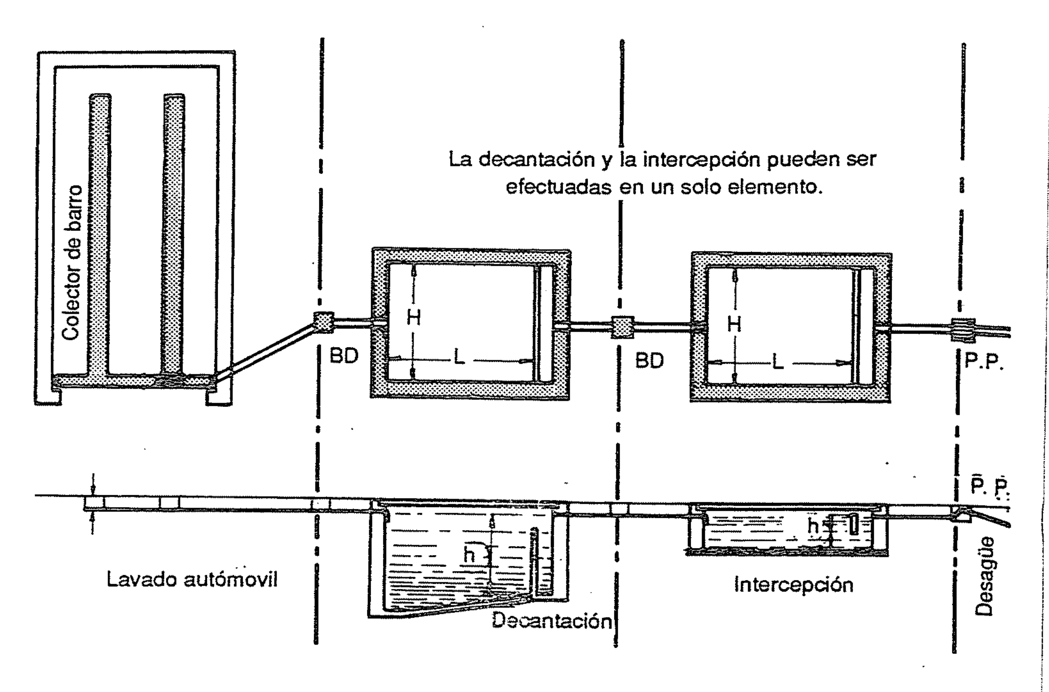


FIGURA 14 - XI Esquema de canaleta colectora - decantador e interceptor para lavado de automóviles.



El desagüe de garage debe efectuarse según se indica en las figuras 10 y 11 XI, en la que debe colocarse *interceptor de nafta* con una capacidad mínima de 200 litros.

El cálculo se considera en base a 200 litros para los primeros dos coches mas 50 litros por cada coche mas.

La capacidad de coches se determina en base a 20 m² por cada uno.

En garages colectivos de varias plantas, provisto de montacargas se considera 10 m² por cada coche.

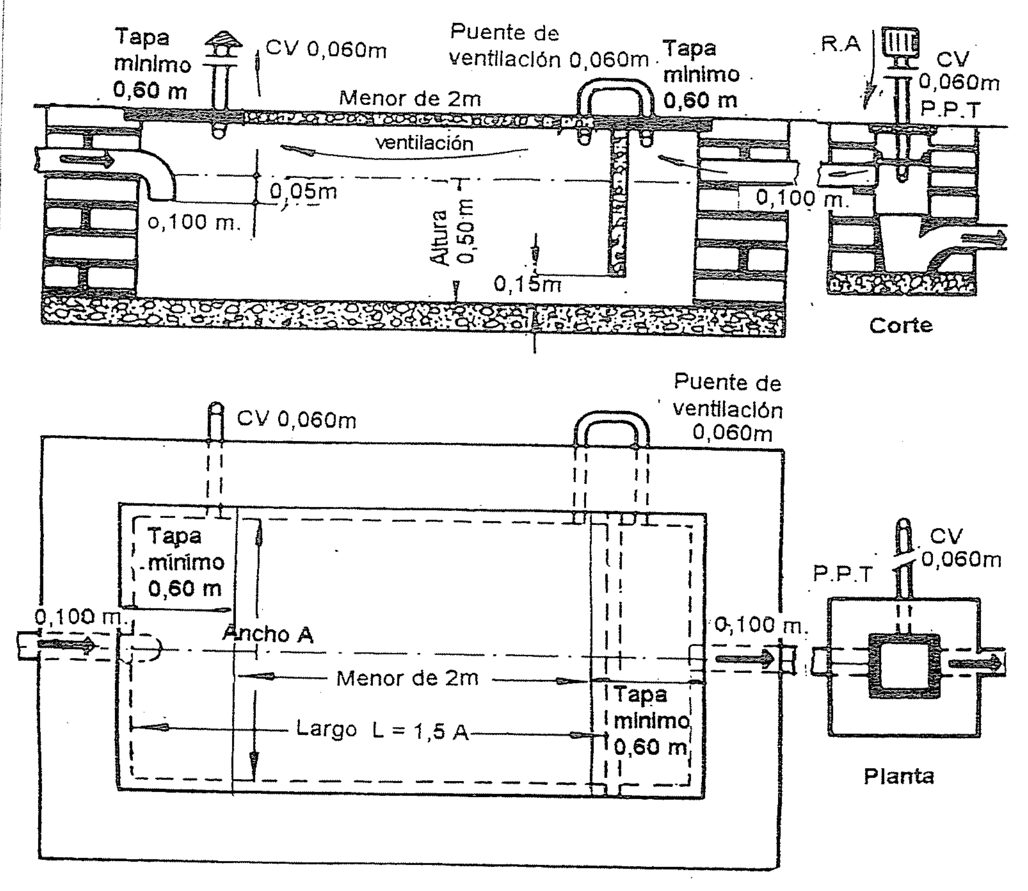
En depósitos particulares de hasta dos coches, no es necesario la colocación de interceptores de nafta como se consigna en la figura 12 XI.

Para lavado de autos se exige una pileta de patio abierta y una pileta lavamanos tal cual se muestra en la figura 13 XI.

Para el lavado de automóviles, es necesario colocar canaletas colectoras de barro y elementos de decantación e intercepción de los efluentes según se indica en la figura 14 XI.

En la figura 15 XI se indica la medida de interceptores de nafta y sus tapas.

FIGURA 15 - XI Medidas de los interceptores de nafta



Interceptores de grasa y aceite.

Son recipientes, indicados en la figura 16 XI, destinados a separar las grasas y oleaginosos que contenga el dasagüe, por simple diferencia de densidades.

La circulación del agua puede realizarse en sentido vertical y horizontal y ser interceptada por una pantalla a su salida que permita retener la materia que flote en la superficie.

Si hay grasas pesadas se complementa el receptáculo con un decantador para retenerla y la recolección de las grasas u oleaginosos puede hacerse en forma manual o mediante dispositivos de accionamiento mecánico.

Cuando las diferencias entre el agua y la grasa u oleaginoso es pequeña, puede recurrirse a insuflarse aire o aire y agua, o el agregado de sustancias químicas.

Los residuos de los interceptores deben ser retirados periódicamente, previéndose

un volumen suplementario en el período de retencion y pueden ser industrializados, incinerados o depositados en lugares especiales.

Los interceptores de grasa son de uso obligatorio en los desagües de piletas de cocina de grandes comedores de escuelas, restaurantes, clubes, cuarteles, etc. Para estos casos, los residuos deben retirarse diariamente para evitar su descomposición.

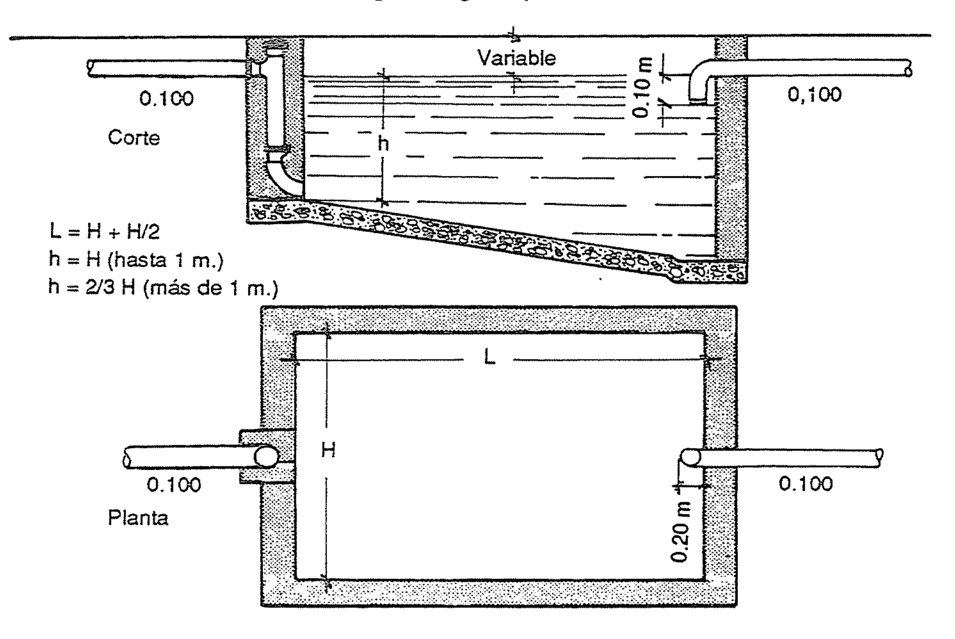
Los interceptores pueden ser circulares o rectangulares y como mínimo deben contar con una profundidad de 0,60 m. de agua y un volumen de 350 litros, asegurando una permanencia de dos horas y su ubicación debe ser preferentemente. exterior.

Para líquidos residuales calientes que contengan grasas u oleaginosos, el elemento de tratamiento, debe tener la dimensión adecuada para obtener una reducción de temperatura que permita la fácil separación.

Cuando por la temperatura del efluente las grasas. estén en estado líquido, el interceptor debe dimensionarse de forma tal que el efluente pierda temperatura hasta que se solidifique.

La temperatura que debe alcanzar el líquido depende del punto de solidificación del tipo de grasa evacuada, debiendose evitar que el proceso se lleve a cabo en el cuerpo receptor como conductales o cursos de aguas superficiales o subterráneos, perjudicando al mismo con obstrucciones.

FIGURA 16 - X Interceptor de grasa y aceite.



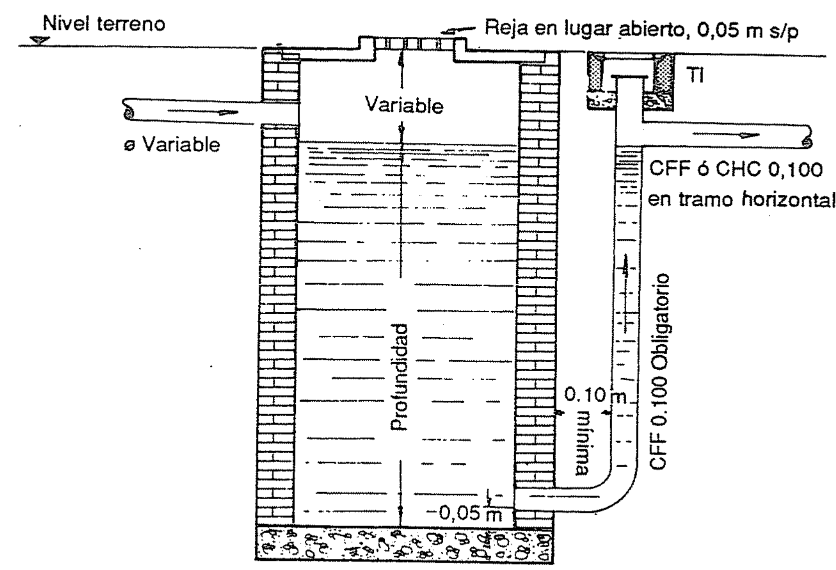
La capacidad del interceptor debe ser igual al caudal desaguado por las instalaciones que concurran a este artefacto, durante quince minutos de funcionamiento intenso.

Dispositivos enfriadores.

Son elementos destinados a reducir la temperatura de un líquido y adecuar los efluentes calientes, ya sea de caudal continuo o discontinuo, por medio de rociadores mecánicos, torres de enfriamientos, bateas de aspersión, etc.

Para la descarga de calderas de funcionamiento discontinuo, deben emplearse *pozos de enfriamiento*, cuyo volumen debe ser el doble del volumen de la caldera de mayor tamaño, los que deben ser de características constructivas indicadas en la figura 17 XI.

FIGURA 17 - XI Pozo de enfriamiento.



La planta puede ser de forma cuadrada, rectangular o circular y la profundidad del pozo debe exceder la medida de cualquiera de sus lados, o a su diámetro si fuera cilindrico.

Se establece que:

$$P = 1,5\sqrt{S}$$

Siendo:

P: Profundidad nunca menor de 1 m;
S: Superficie (m^2)

De esa manera se puede deducir que:

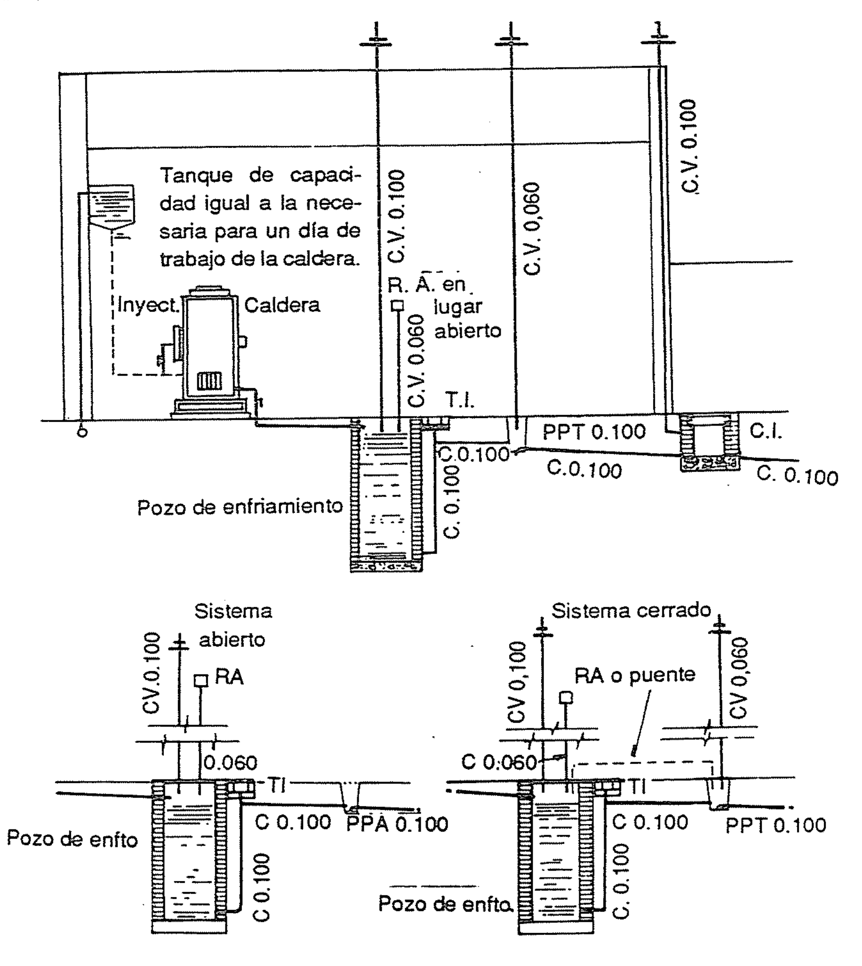
$$S = \sqrt[3]{\left(\frac{V}{1,5}\right)^2}$$

Donde:

V. Volumen del pozo de enfriamiento (m^3)

Se determina que para capacidades de calderas menores de 300 litros, no se requiere pozo de enfriamiento.

FIGURA 18 - XI Detalle de montaje del pozo de enfriamiento.



En la figura 18 XI se detalla la forma de montaje del pozo de enfriamiento.

METODOS QUIMICOS.

En general en casos de substancias tóxicas y bacterias de los efluentes, se emplea elementos químicos que la eliminan por precipitación, transformación en otros compuestos tolerables, reducción por intercambio iónico o cualquier otro método adecuado.

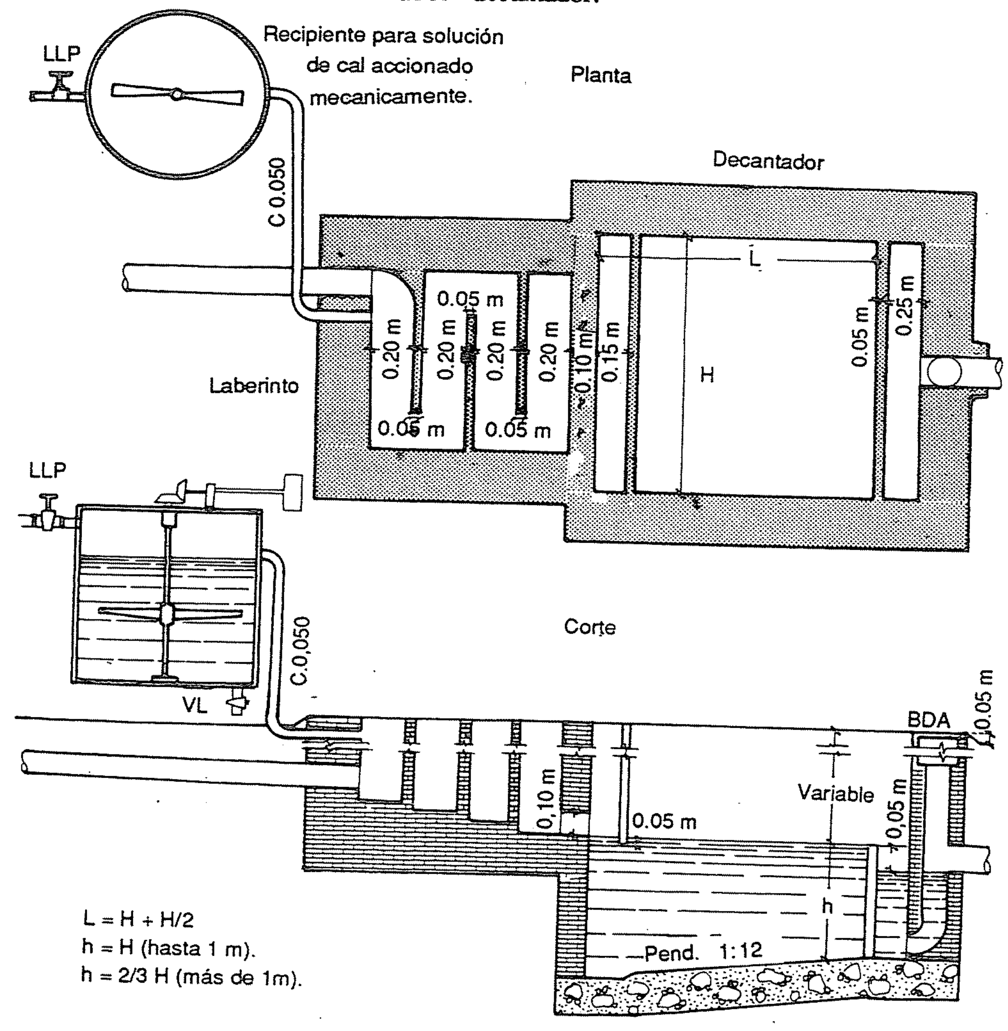
Se utilizan para ello :

* Neutralizadores
* Cámaras de desinfección o depuración.

Neutralizadores.

Son instalaciones consignadas en la figura 19 XI, que tienen por finalidad hacer posible la neutralización de los efluentes según sean ácidos o alcalinos, mediante agregados de substancias químicas previamente dosadas.

FIGURA 19 - XI Neutralizador - decantador.



Los líquidos muy ácidos pueden producir la corrosión de las cañerías o elementos que se utilicen en la industria y los muy alcalinos, incrustaciones, por lo que se recurre a controlar el potencial hidrógeno (pH) de los efluentes.

En general existe un pH óptimo de saturación para cada líquido, según las materias que contienen y su temperatura, denominado pHs, de acuerdo a lo explicado en el Capítulo I.

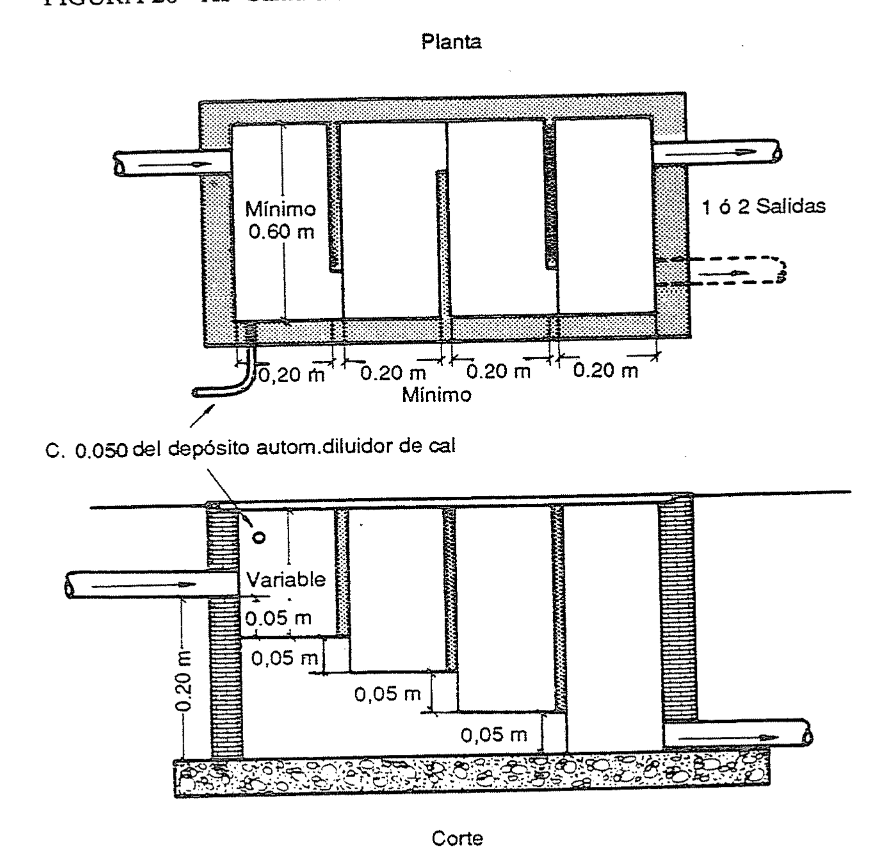
La substancia mas empleada para neutralizar los líquidos, es el *hidróxido de calcio o lechada de cal* que se agrega en un recipiente, el que es accionado mecanicamente, según se muestra en la figura 19 XI.

Del recipiente o inyector que cuenta con un removedor a paleta, se distribuye la lechada de cal, pasando a un laberinto, constituido por tabiques donde se mezcla con el efluente a tratar, tal cual se muestra en la figura 20 XI.

La proporción de cal agregada, se regula en función de la característica de acidez del efluente tratado, asi como el tiempo de contacto y permanencia.

Si la reacción quimica forma precipitaciones, además de la neutralización debe preverse una etapa de sedimentación, con un volumen adecuado a esa circunstancia.

FIGURA 20 - XI Cámara de mezcla de lechada de cal con el efluente.



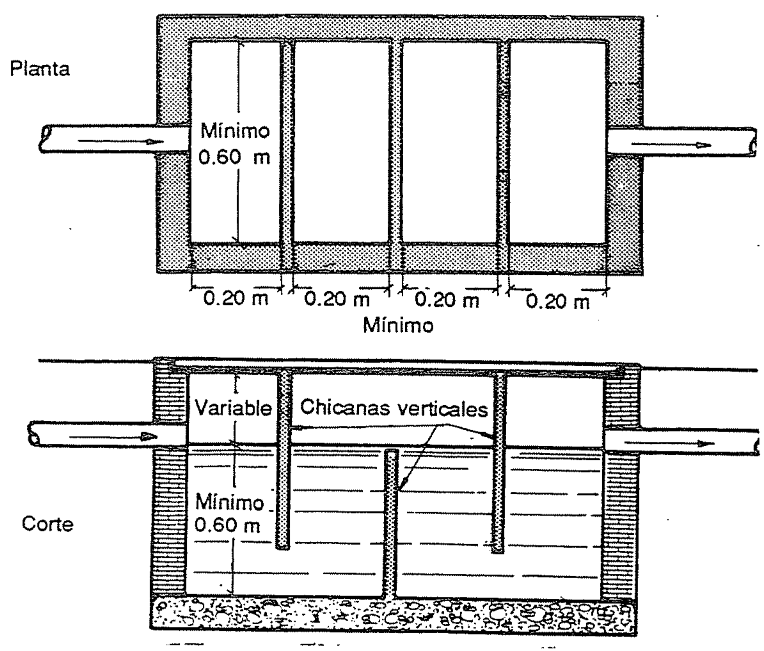
Cámaras de desinfección o depuración.

A fin de disminuir el contenido de materia orgánica y destruir las bacterias, por el peligro de enfermedades, generalmente se utiliza *cloro-gaseoso* que contiene un gran poder germicida.

Se puede utilizar una solución dosada de clorógenos, empleándose también ozono o cualquier otro procedimiento similar que sea eficaz.

Se establece la ejecución de una cámara de mezcla, cuyas características se observan en la figura 21 XI, donde se le agrega el desinfectante, cuya permanencia mínima debe ser de 20 minutos.

FIGURA 21 - XI Cámara de mezcla de la substancia inocuizante, con el efluente a depurar.



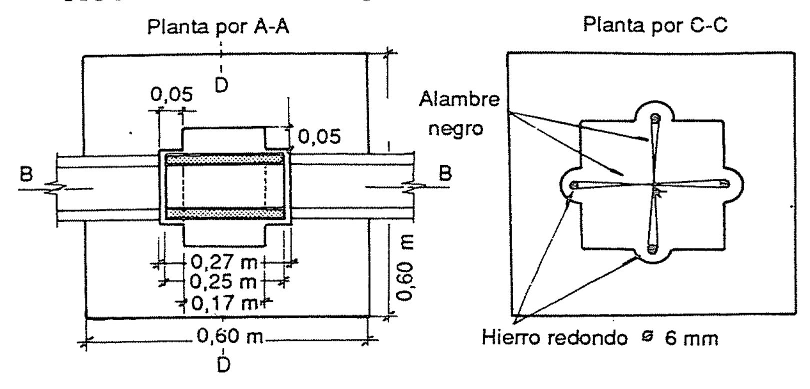
Sobrepasando las medidas indicadas, el largo de la cámara y el número de las chicanas verticales, es optativo.

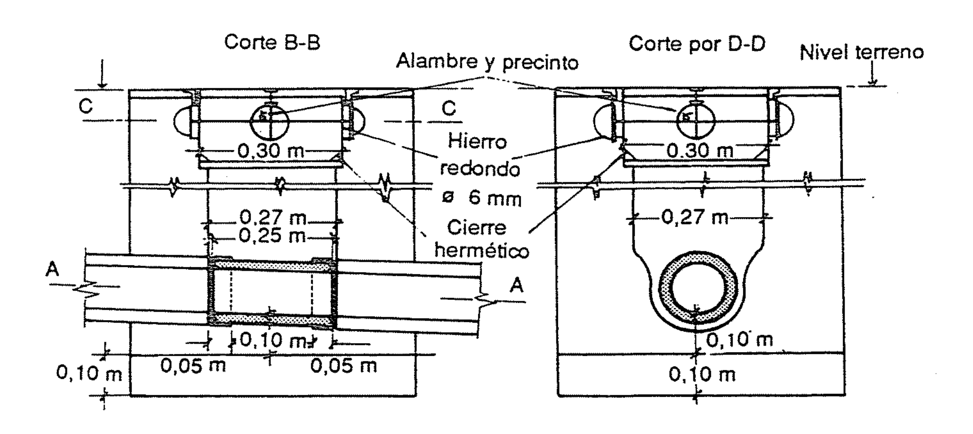
Testificación

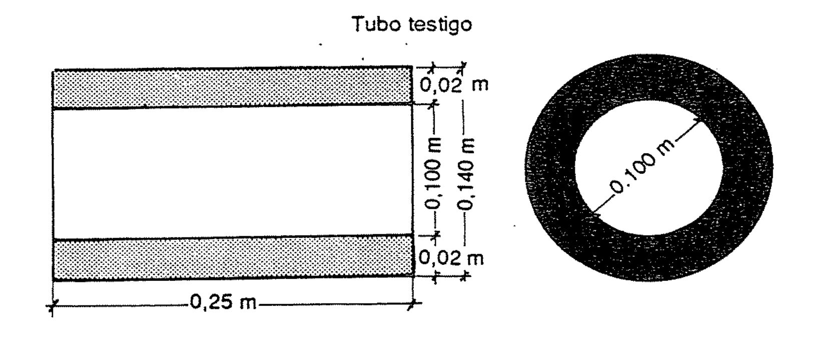
El Reglamento exige instalar una cámara, con objeto de comprobar si los efluentes industriales estan correctamente tratados, la que se coloca a la salida del establecimiento.

Dentro de dicha cámara se instala un *tubo testigo* de 0,100m de diámetro, construído de cemento y arena, colocado de acuerdo a lo indicado en la figura 22 XI.

FIGURA 22 - XI Cámara para tubo testigo.







Instalación típica de tratamiento para desagües industriales.

FIGURA 23 - XI Instalación típica de tratamiento de desagüe industrial.

Testificación

Efluente inocuo en condiciones de verterse sin peligro a los cursos de agua o redes de desagüe.

BDT con tubo testigo

PPA ó PPA esp. s/p.en lugar abierto.PPT en lugar cubierto ventilando la sobrepileta. (figura 24 XI).

Ventilación de 0.100 del conductal a pluvioducto, curso de agua o cloaca.

Min.2.50m

Al aire libre

Pileta de piso especial (ver detalle) figura 24 XI.

Depuración

Tanque para substancia inocuizante.

Cámara de mezcla de la substancia inocuizante con el efluente a depurar. Esta cámara no se instala en caso de desaguar el líquido residual a cloaca.

BDT

Decantación

Planta

Variable

Variable

Variable

0.25 min

0.25 min

Corte

Doble decantador para funcionamiento alternado

Variante

Compuerta a guillotina para decantador intermitente.

Neutralización

Depósito de descarga autom. cap.= 10% de la cap. del tanque para lechada de cal o cualquier substancia neutralizante.

Laberinto para mezcla de la lechada de cal con el efluente.

BDT con compuerta a charnela.

Ruptor LLP

2.50 m

V.L.

CHG 0,050

Cámara de lechada de cal.

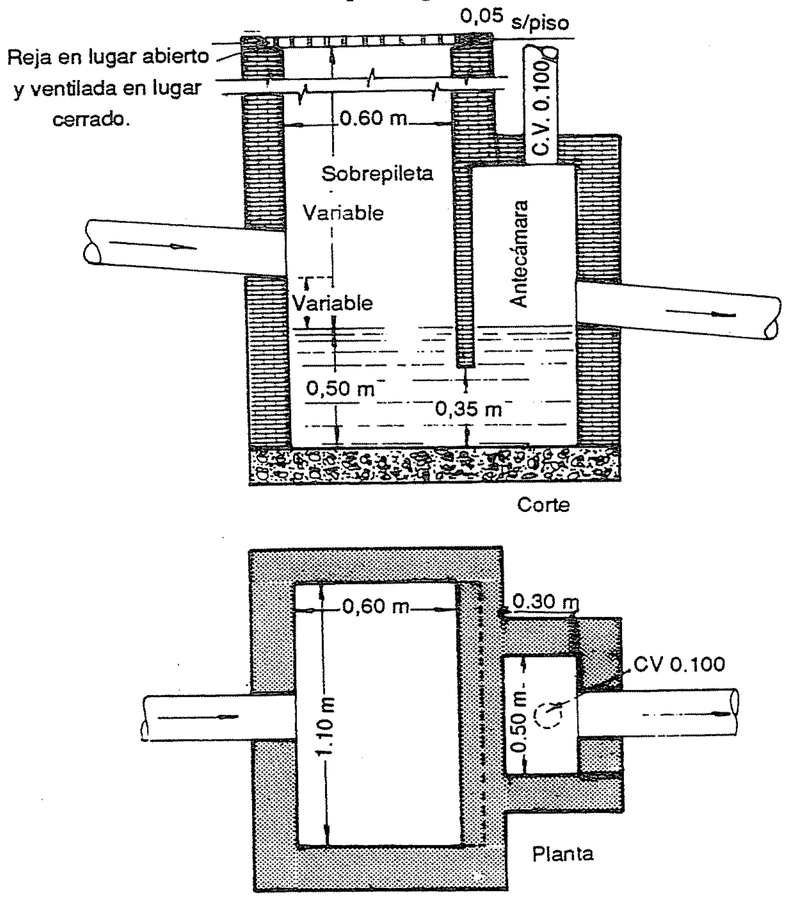
De acuerdo a lo indicado precedentemente se consigna en la figura 23 XI una instalación modelo para tratamiento de desagües industriales.

Los procesos mecánicos, físicos y quimicos, consisten en cuatro partes que son:

* Neutralización
* Decantación
* Depuración
* Testificación

En la figura 24 XI se detalla la pileta de piso especial de dicha instalación.

FIGURA 24 - XI Pileta de piso especial.



Las medidas indicadas son variables de acuerdo a los caudales a desaguar, debiendose mantener en lo posible la proporción establecida.

METODOS BIOLOGICOS NATURALES

Demanda bioquimica de oxígeno (DBO)

Las bacterias orgánicas en el agua provienen de desechos de origen animal y vegetal, y son oxidadas y convertidas en materias estable por la acción de las bacterias.

Cuando existen en los líquidos oxígeno disuelto, actuan bacterias del *tipo aeróbicos*. Estas bacterias respiran el oxígeno disuelto como ocurre por ejemplo en lagos o ríos, originando un efecto de depuración de la materia orgánica.

Cuando el oxígeno se consume comienzan a actuar las bacterias *anaeróbicas* que viven y se reproducen sin el mismo, y originan el proceso de putrefacción de dichos componentes orgánicos.

Esta descomposición originada por las bacterias anaeróbicas, libera por acción química el oxígeno contenido en la substancia, como por ejemplo los carbonatos, nitratos o sulfatos, transformando; por efecto bioquimico, la materia orgánica en mineral.

Por lo general se busca reducir la acción de las bacterias anaeróbicas, dado que los efectos de putrefacción de la substancia es una fuente de cultivo de los microbios patógenos, que provocan enfermedades.

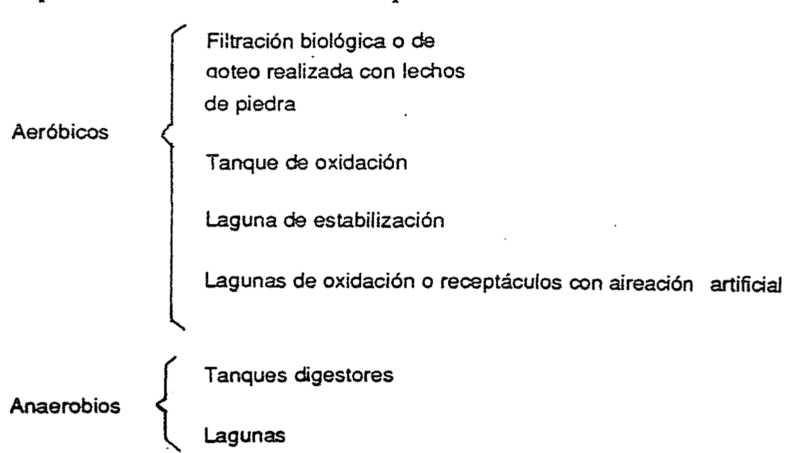
Se busca entonces, establecer la cantidad de oxígeno necesario para que las bacterias aeróbicas puedan oxidar la materia orgánica.

Se define la *demanda bioquimica de oxígeno* (DBO), a la cantidad de oxígeno en mg/litro que consumen las materias aeróbicas para oxidar la materia orgánica, valor que depende del tiempo y la temperatura del líquido a depurar.

Se establece en general una demanda de oxígeno consumido en 5 días a una temperatura de 20°C máxima, de 50 mg/litro.

$$DBO_5\ 20° : 50\ mg/l.$$

Se establece que cuando el efluente contiene materia orgánica, que origina una demanda bioquimica de oxígeno superior a la tolerable, es necesario proceder a la depuración mediante los sistemas que se indican:



Estos métodos biológicos naturales solo se emplean en instalaciones de efluentes de cierta importancia.

El Reglamento admite que se reduzca el DBO, agregando substancias químicas, ya sean sólidas, líquidas o gaseosas.

Si no se puede determinar la demanda bioquimica de oxígeno, se procede a establecer el oxígeno consumido al pergamanato de potasio ($Mn\ O_4K$).

Deben evitarse los sulfuros y fenoles de los efluentes, mediante elementos especiales o tratamientos de depuración.

En caso de que los efluentes contengan petróleo o derivados, deben ser tratados mediante interceptores especiales y luego filtrados. A fin de eliminar los restos de hidrocarburos, debe someterse a un tratamiento biológico con cepas especiales en organismos adecuados.

PLANTAS DE TRATAMIENTOS.

El proceso final del tratamiento de las aguas servidas, con objeto de su depuración, se efectúa en plantas cuyas características son muy variables, tendientes a la progresiva eliminación de contaminantes.

En efecto, la operación de eliminación de las impurezas se dificulta por encontrarse parte de ellas en solución y otras en suspensión, en forma de sólidos que pueden o no ser sedimentables.

El tratamiento de las aguas servidas debe estar equilibrado con la pureza de las aguas receptoras, a fin de que el proceso sea económico y razonable.

El tratamiento de los efluentes es sumamente complejo, lo que requiere una alta especialización, pudiendose clasificar de la siguiente manera en forma muy general:

* *Tratamiento primario:* para la eliminación de las partículas suspendidas por filtrado y sedimentación, asi como la digestión anaeróbica.
* *Tratamiento secundario:* para la transformación de las substancias contaminante mediante acción aeróbica, en gases, líquidos y nuevos organismos sedimentables.
* *Purificación:* para la destrucción de los organismos patógenos previo la eliminación a los cauces naturales.
* *Procesos complementarios:* para el acondicionamiento, destrucción o aprovechamiento de los desechos o barros, producidos en el proceso.

Tratamiento primario.

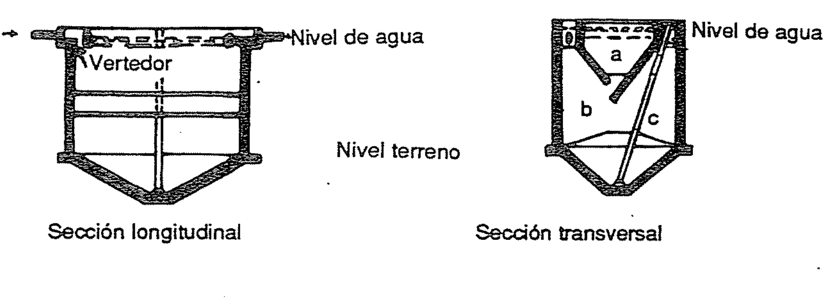
El tratamiento primario consiste en la eliminación directa mediante rejas, desarenadores o filtros, de los sólidos en suspensión, de acuerdo a lo ya reseñado anteriormente al tratar los desagües industriales y especiales.

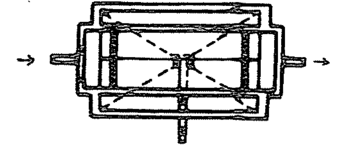
Dicho tratamiento previo es complementado con tanques sedimentadores digestores, cuyos diseños son muy variados siendo el mas común, el denominado *tanque Imhoff*.

El tanque Imhoff según se observa en la figura 25 XI consta de dos cámaras:

* *Cámara sedimentadora:* por la cual pasan las aguas servidas a una velocidad muy pequeña, permitiendo de esa manera el asentamiento o sedimentación de la materia en suspensión.
* *Cámara digestora:* que es el recinto inferior en el cual se desarrolla la descomposición anaeróbica de la materia sedimentada.

FIGURA 25 - XI Tanque Imhoff.





Planta

Referencias:
a: Cámara sedimentadora.
b: Cámara de disgestión.
c: Tubería para extracción de barros.

El fondo de la cámara de sedimentación está formado por dos losas inclinadas, que en la parte inferior dejan un paqueño espacio a través del cual los sólidos asentados pasan a la cámara inferior, aislando asi las condiciones sépticas y malos olores provenientes de la digestión anaeróbica que se realiza en dicha cámara.

El piso de la cámara de digestión forma una tolva donde se acumulan y extraen los barros ya digeridos, mediante una tubería especial.

Esos barros se los deposita en playas de secado para su acondicionamiento o eliminación.

Este es el proceso elemental del tanque Imhoff de sedimentación y digestión, que ha sufrido diversos perfeccionamientos, y debe complementarse con el tratamiento secundario de oxidación del efluente.

Tratamiento secundario.

Las aguas provenientes del proceso primario requieren una depuración posterior mediante métodos de aireación, que generalmente definen los sistemas de las plantas de tratamientos. Asi entre los numerosos métodos empleados, se pueden mencionar los siguientes:

* Barros activados.
* Filtros de drenaje.
* Lagunas de estabilización.

SISTEMA DE BARROS ACTIVADOS

El desagüe proveniente de la cámara sedimentadora-digestora se introducen en *tanques de aireación*, donde se produce la sedimentación de los barros conjuntamente con un proceso de aireación intensa.

La difusión de aire se efectúa por medio de compresores inyectando a través de difusores apropiados, con el fin de incorporar el oxígeno necesario para producir la acción biológica aeróbica.

Una forma muy común es utilizar *aireadores superficiales*, que estan constituídos por un motor eléctrico y un rotor que origina una adecuada turbulencia, en las que activa el proceso de oxigenación o sistemas similares, como se indica en la figura 26 XI.

Los barros que sedimentan se denominan *barros activados* debido al proceso de aireación de las aguas residuales, conteniendo las bacterias aeróbicas.

Dichos barros se extraen por eyección, recirculandose en parte en el tanque de aireación y la cámara de digestión primaria, a fin de activar el proceso de depuración.

El esquema básico de funcionamiento se indica en la figura 27 XI.

FIGURA 26 - XI Cámaras aireadora

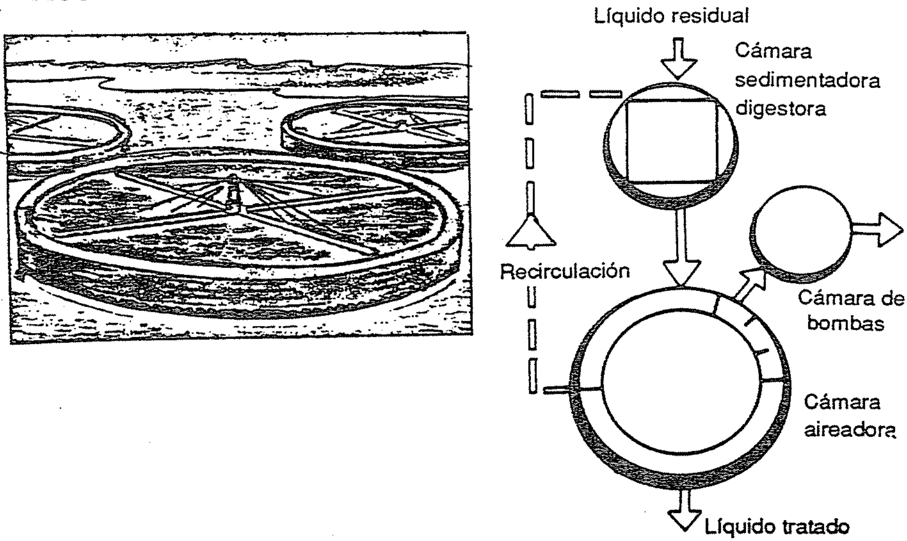


FIGURA 27 - XI Sistemas de barros activados.

Finalmente los líquidos biodegradados en el tratamiento secundario se desinfectan en un recinto en el que se le agrega cloro, evacuándose al curso receptor del desagote.

SISTEMA DE FILTROS DE DRENAJE

El tratamiento primario es análogo al de barros activados, pero en cambio en el secundario, los líquidos se esparcen sobre una superficie de filtros de mantos de piedra, en la que se forma una película o barro gelatinoso

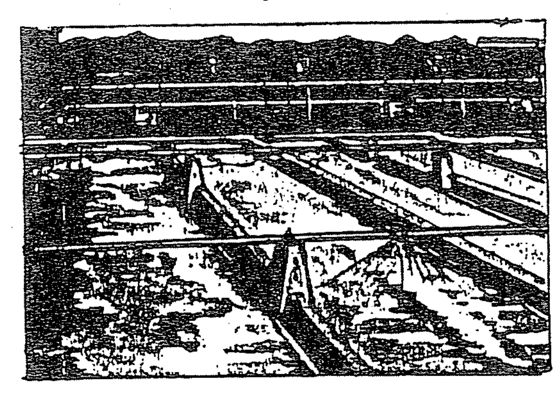
Las bacterias y otros microorganismos se desarrollan en ella y efectúan un proceso intenso de descomposición bioquímica de las substancias, que componen el barro.

Los lechos son regados por aspersión a fin de activar la aireación. Se observa en la figura 28 XI un filtro de drenaje provisto de un sistema de riego por aspersión giratorio en la que la misma presión del agua que sale por los agujeros, causa el movimiento de rotación del sistema.

Los líquidos que salen del lecho pueden contener algunas impurezas o sólidos remanentes, por lo que se los separa en sedimentadores y previo el tratamiento de cloración, se los envía a los cursos de agua, según se indica en el esquema de la figura 29 XI.

Los barros provenientes del proceso primario y secundario, se los trata por ejemplo en lechos de secado para ser enterrados o fundamentalmente para utilizar como abono.

FIGURA 28 - XI Filtro de drenaje.

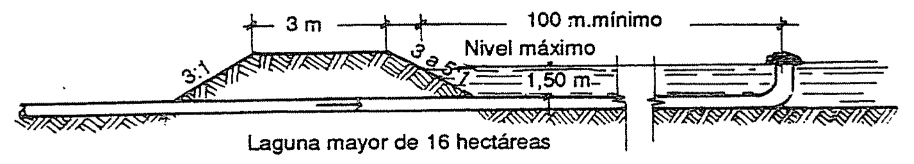


SISTEMAS DE LAGUNA DE ESTABILIZACION

Consiste en que el proceso de biodegradación aeróbica se realiza en forma natural.

El funcionamiento de las lagunas reside en la acción de las algas y bacterias. El sol activa las propiedades de fotosíntesis de las algas para consumir los desechos orgánicos parcialmente fermentados, principalmente bióxido de carbono, produciendo mas células de algas y liberando oxígeno que activan la acción de las bacterias aeróbicas.

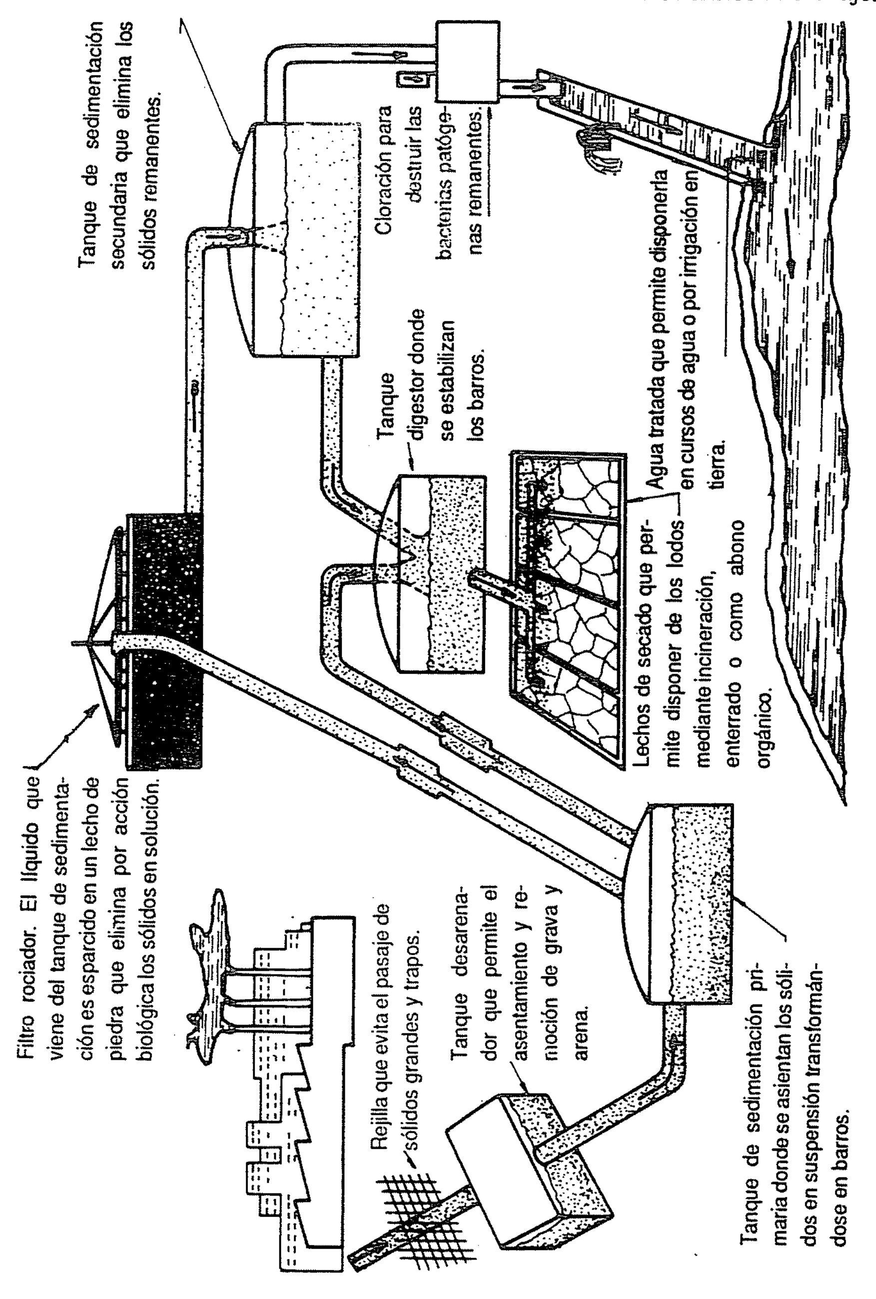
FIGURA 30 - XI Laguna de estabilización.



La acción aeróbica es lenta, requiriendose la estabilización de los líquidos y disponer de superficies adecuadas.

En la figura 30 XI se describen las características de este sistema.

FIGURA 29 - XI Esquema de proceso de tratamiento sistema de filtros de drenaje.



PARTE III

NORMAS DE PROYECTO

CAPITULO XII

NORMAS Y FORMAS DE CONFECCION DE PLANOS

NORMAS SOBRE AREAS Y LADOS MINIMOS Y ALTURA MINIMA DEL BAÑO—RECINTOS SANITARIOS.

Los baños y los retretes deben tener áreas y lados mínimos de acuerdo con los artefactos que contengan, según la tabla indicada en el cuadro 1 XII.

La ducha se debe instalar de modo que ningún artefacto se sitúe a menos 0,25 m de la vertical del centro de la flor.

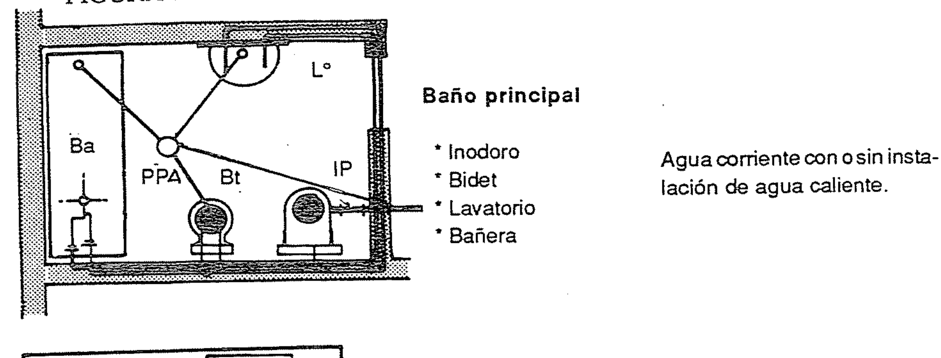
La altura mínima del local baño es de 2,10 m. y la distancia mínima entre solados 2,30 m.

CUADRO 1 - XII Areas y lados mínimos de baños.

Local	ducha		inodoro	lavabo	bidet	área m²	lado m
	con bañera	sin bañera					
Baño	●		●	●	●	3,20	0,90
		●	●	●	●	1,80	0,90
	●		●	●		2,80	0,90
		●	●	●		1,40	0,90
		●	●			0,81	0,75
		●				0,81	0,75

Pueden definirse los distinos recintos sanitarios en función del conjunto de artefactos que albergan como se indica en la figura 1 XII.

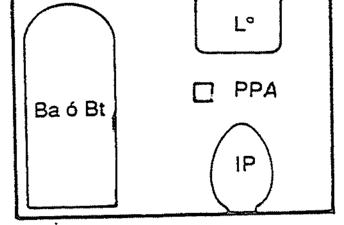
FIGURA 1 - XII Recintos sanitarios.



Baño principal

* Inodoro
* Bidet
* Lavatorio
* Bañera

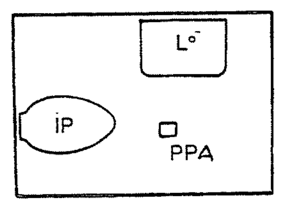
Agua corriente con o sin instalación de agua caliente.



Baño secundario

* Inodoro
* Lavatorio
* Bañadera o Bidet

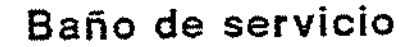
Agua corriente con o sin instalación de agua caliente.



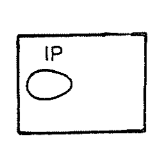
Toilette

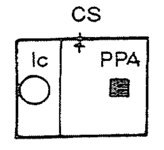
* Inodoro
* Lavatorio

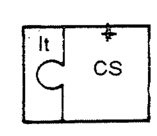
Agua corriente con o sin instalación de agua caliente.



Baño de servicio







Puede incluir ducha con o sin instalación de agua caliente.

Inodoro pedestal — Inodoro común — Inodoro a la turca

DISPOSICIONES GENERALES PARA INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS.

Se establece que todo inmueble habitable o sea aquellos que tengan construcciones de cualquier material, que por sus frentes se encuentran instaladas cañerías distribuidoras de agua o colectoras de desagüe cloacal o pluvial habilitados, deben obligatoriamente efectuar sus instalaciones utilizando dichos servicios

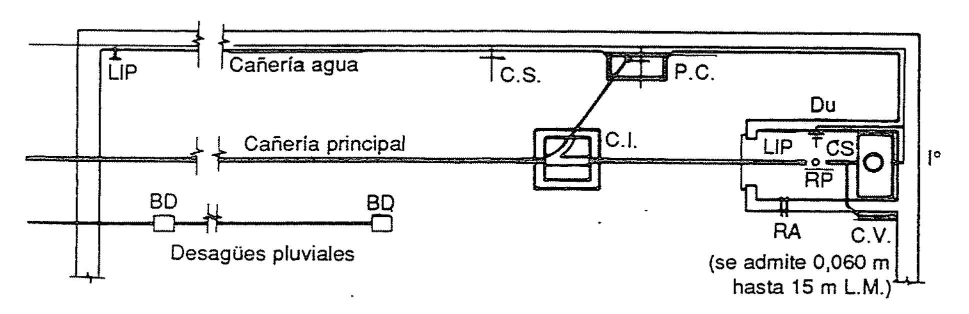
Servicio mínimo.

Se establece en los inmuebles habitables en que sea obligatorio instalar los servicios de agua y de desagüe cloacal y pluvial, la exigencia de efectuar una instalación mínima en cada vivienda independiente, definida por todo lugar habitable con acceso directo a calle, pasaje público o privado, o caja de escalera.

La *instalación mínima* consiste en un recinto sanitario dotado de inodoro, una ducha, una canilla surtidora y desagüe de piso, además una pileta de cocina y los caños de lluvia y albañales necesarios según se indica en la figura 2 XII.

A pedido del propietario, puede suprimirse algunos de los artefactos citados, siempre que el destino y característica del local lo justifiquen.

FIGURA 2 - XII Servicio mínimo.



Artefactos integrantes: I°, P.C.Du. CS y los desagües pluviales necesarios.

La ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, establece las condiciones de salubridad a tener en cuenta en los proyectos de edificios.

Asi se determina que todo establecimiento donde se trabaja debe disponer de servicios sanitarios adecuados e independientes para cada sexo en cantidad proporcionada al número de personas que trabajen en él.

Los locales sanitarios deben disponer de los siguiente:

* Lavabos y duchas con agua caliente y fría.
* Retretes individuales con una puerta que asegure el cierre del baño en no menos de los 3/4 de su altura (2.10 m).
* Mingitorios.

En todo predio donde se trabaja debe existir el siguiente servicio mínimo sanitario:

- Un retrete, construído en mampostería, techado, con solado impermeable, paramentos revestidos con material resistente con superficie lisa e impermeable, dotado de inodoro tipo a la turca.
- Un lavabo.
- Una ducha con desagüe, dotada de sistema de agua caliente y fría.

La autoridad competente contempla los casos de excepción en los trabajos transitorios.

En todo establecimiento, cada unidad funcional independiente debe tener los servicios sanitarios proporcionados al número de personas que trabajan en cada turno, según el siguiente detalle:

- Cuando el total de los trabajadores no exceda de 5, debe haber 1 inodoro, 1 lavabo y 1 ducha con agua caliente y fría.
- Cuando el total exceda de 5 y hasta 10, debe haber por cada sexo: un inodoro, 1 lavabo y una ducha con agua caliente y fría.
- De 11 hasta 20 debe haber:
  — Para hombres: 1 inodoro, 2 lavabos,1 orinal y 2 duchas con agua caliente y fría.
  — Para mujeres: 1 inodoro, 2 lavabos y 2 duchas con agua caliente y fría.
- Se aumenta : 1 inodoro por cada 20 trabajadores o fracción de 20.Un lavabo y un orinal por cada 10 trabajadores o fracción de 10.Una ducha con agua caliente y fría por cada 20 trabajadores o fracción de 20.

Revestimientos impermeables.

Por razones higiénicas, no es conveniente que los artefactos sanitarios esten colocados cerca de paredes absorbentes, que puedan humedecerse por su funcionamiento. Por ello, se establece la utilización de revestimientos impermeables que pueden estar constituidos por:

- Revoques impermeables de 0,01 m de espesor mínimo, constituido por una mezcla de una parte de cemento y dos de arena, perfectamente alisado con cemento puro, mediante estucado o acabado sobre el mismo.
- Azulejos, baldosas, cerámicos, mayólicas u otros materiales impermeables .
  Es obligatorio el revestimiento en los siguientes lugares:
- Paredes y pisos de cuartos de baños, toilets y locales análogos.
- Alrededor de cualquier canilla, duchas y similares.
- En los pisos que reciban el agua de cualquier canilla.
  Asi debe considerarse la siguiente:

CANILLAS.

Deben tener una faja impermeable de 0,30 m de ancho, que debe comenzar en el piso y sobrepasar en 0,10 metros su altura.

PIILETAS DE COCINA, LAVAR Y LAVATORIOS.

Cuando estan adosadas a medianeras deben sobrepasar 0,20 metros al costado del artefacto y comprendiendo desde el nivel piso hasta 0,10 metros sobre la canilla.Cuando se trate de locales contra paredes propias puede reducirse el revestimiento al ancho y a la altura del artefacto.

CUARTOS DE BAÑO.

Las paredes donde se adosan medianeras deben llevar revestimiento impermeable hasta 1,80 metros de altura del piso.El ancho debe ser igual a la de la cara adosada de la bañadera mas 0,30 m de cada extremo libre.

En ningún caso los límites del revestimiento y la cupla de la ducha debe estar a mas de 1,20 metros. Además el revestimiento debe llegar hasta la cupla sobrepasandola 0,10 m en una franja de 0,30 metros de ancho.

En el resto de las paredes el revestimiento impermeable debe tener una altura mínima de 0,60 metros, salvo en el lavatorio que se respeta lo indicado anteriormente.

RETRETES O TOILETS

En los retretes o toilets, si hay ducha se exige el revestimiento en todas las paredes hasta 1,80 metros de altura, con la sobreelevación en la ducha igual que en lo indicado en los baños.

En los casos que no se instale la ducha o flor, se debe dar al revestimiento como mínimo una altura que sobrepase al del inodoro en 0,60 metros.

El Código de la Ciudad de Buenos Aires establece que el local destinado a cuarto de baño, retrete o tocador, se debe ejecutar con un solado impermeable de mosaico, marmol, baldosas plásticas o cerámicas y los paramentos deben tener un revestimiento igualmente impermeable, realizado con material vitreo y/o laminado o acabados plásticos de dureza suficiente y/o de láminas metálicas inoxidables, romas y pulidas.

NORMAS PARA CONFECCION DE PLANOS.

En el cuadro 2 XII se indican las abreviaturas que se requieren en los planos:

CUADRO 2 - XII.

ABREVIATURAS

Agua caliente	a.cal.
Agua corriente (fría)	a.c.
Aprobado, a	aprob.
Aproximado, a, aproximadamente	aprox.
Bañadera	Ba.
Bidet	Bt.
Boca de acceso	B.A.
Boca de desagüe abierta	B.D.A.

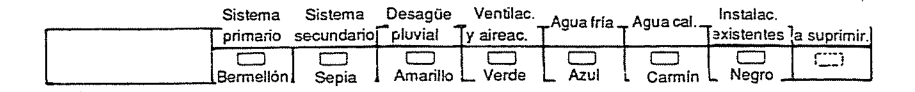
Boca de desagüe abierta especial .... B.D.A.E.
Boca de desagüe abierta suspendida .... B.D.A.S.
Boca de desagüe tapada .... B:D.T.
Boca de desagüe tapada sin tapa suelta .... B.D.T.S.T.S.
Boca de desagüe tapada suspendida .... B.D.T.S.
Boca de inspección .... B.I.
Boca de registro .... B.R.
Boleta de nivel .... B.de N.
Cámara de acceso .... C.A.
Cámara de inspección .... C.I.
Cámara de inspección principal .... C.I.P.
Canaleta de aireación .... Can.air.
Canaleta de zinc .... Can zinc.
Canaleta impermeable .... Can.imp.
Canilla de servicio .... C.S.
Cañería de agua caliente .... c.a cal.
Cañería de agua corriente (fría) .... c.a.c
Caño asbesto-cemento .... C.Asb.C.
Caño barro cocido .... C.B.C.
Caño de bronce .... C.Br.
Caño cámara vertical .... C.C.Vert.
Caño cemento armado .... C.C.A.
Caño cemento común .... C.C.C.
Caño descarga ventilación .... C.D.V.
Caño hierro fundido liviano .... C.H.F.L.
Caño hierro fundido pesado .... C.F.H.P.
Caño hierro galvanizado .... C.H.G.
Caño hormigón comprimido .... C.H.C.
Caño lluvia .... C.LL.
Caño lluvia común .... C.LL.C.
Caño lluvia liviano .... C.LL.L.
Caño lluvia semi-liviano .... C.LL.S.L.
Caño material vitreo .... C.M.V.
Caño plomo .... C.P.
Caño plomo pesado .... C.P.P.
Caño ventilación .... C.V.
Cierre hermético .... Cie.herm.
Conexión .... conex.
Curva con base .... C.B.
Curva con base y tapa de inspección .... C.B.T.I.
Depósito automático inodoro .... D.A.I.
Depósito automático mingitorio .... D.A.M.
Diámetro .... diám.

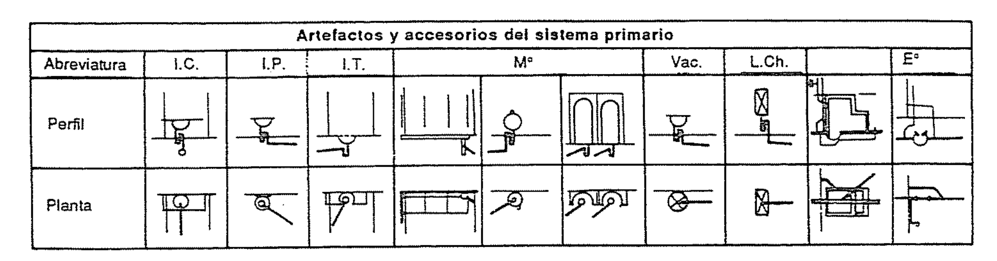
Ducha .... Du.
Embudo .... E.
Embudo cemento .... E.C.
Embudo hierro fundido .... E.F.
Embudo plomo .... E.P.
Expediente .... exp.
Fuente de beber .... Fu.Beb.
Hierro fundido .... F.F.
Hierro galvanizado .... H.G.
Hormigón .... horm.
Hormigón comprimido .... H.C.
Inodoro a la turca .... I.T.
Inodoro común .... I.C.
Inodoro pedestal .... I.P.
Interceptor de grasa .... I.G.
Interceptor de grasa abierto .... I.G.A.
Interceptor de grasa abierto especial .... I.G.A.E.
Interceptor de grasa cerrado .... I.G.C.
Interceptor de grasa cerrado especial .... I.G.C.E.
Interceptor de nafta .... I.N.
Lavatorio .... L.
Llave de paso .... Ll.P.
Llave maestra .... Ll.M.
Lluvia .... Ll.
Máquina de lavar .... M.L.
Matrerial vítreo .... M.V.
Máximo, a .... máx.
Máxima creciente .... máx.crec.
Mingitorio .... M.
Mínimo, a .... mín.
Nuevo radio .... N.R.
Obligatorio, a, obligatoriamente .... oblig.
Pendiente mínima .... P. mín.
Pileta de cocina .... P.C.
Pileta de lavar .... P.L.
Pileta de albañilería .... P.L.A.
Pileta de cemento armado .... P.L.C.A.
Pileta piso abierta .... P.P.A.
Pileta de piso abierta especial .... P.P.A.E.
Pileta de piso tapada .... P.P.T.
Pileta de piso tapada suspendida .... P.P.T.S.
Pileta lavacopas .... P.L.C.
Piletas lavamanos .... P.L.M.

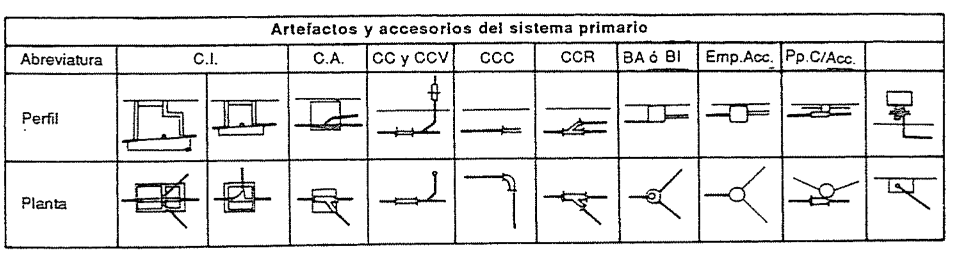
Pozo impermeable .... Po.I.
Radio Antiguo .... R.Ant.
Ramal T .... R.T.
Reducción .... Red.
Reja de aspiración .... R.A.
Rejilla de piso .... R.P.
Ruptor de vacío .... R.V.
Salivadera .... Saliv.
Sección .... secc.
Separador enfriador de grasa .... S.E.G.
Slop-sink .... S.S.
Superficie .... Superf.
Tanque de bombeo .... T.Bo.
Tanque de reserva .... T.Res.
Tapa de inspección .... T.I.
Válvula automática de inodoro .... V.I.
Válvula automática de mingitorio .... V.M.
Válvula de aire .... V.A.
Válvula de limpieza .... V.L.
Válvula de retención .... V.R.
Verificación .... V.

En la figura 3 XII se representan los colores y signos convencionales a tener en cuenta.

FIGURA 3 - XII Colores y signos convencionales.

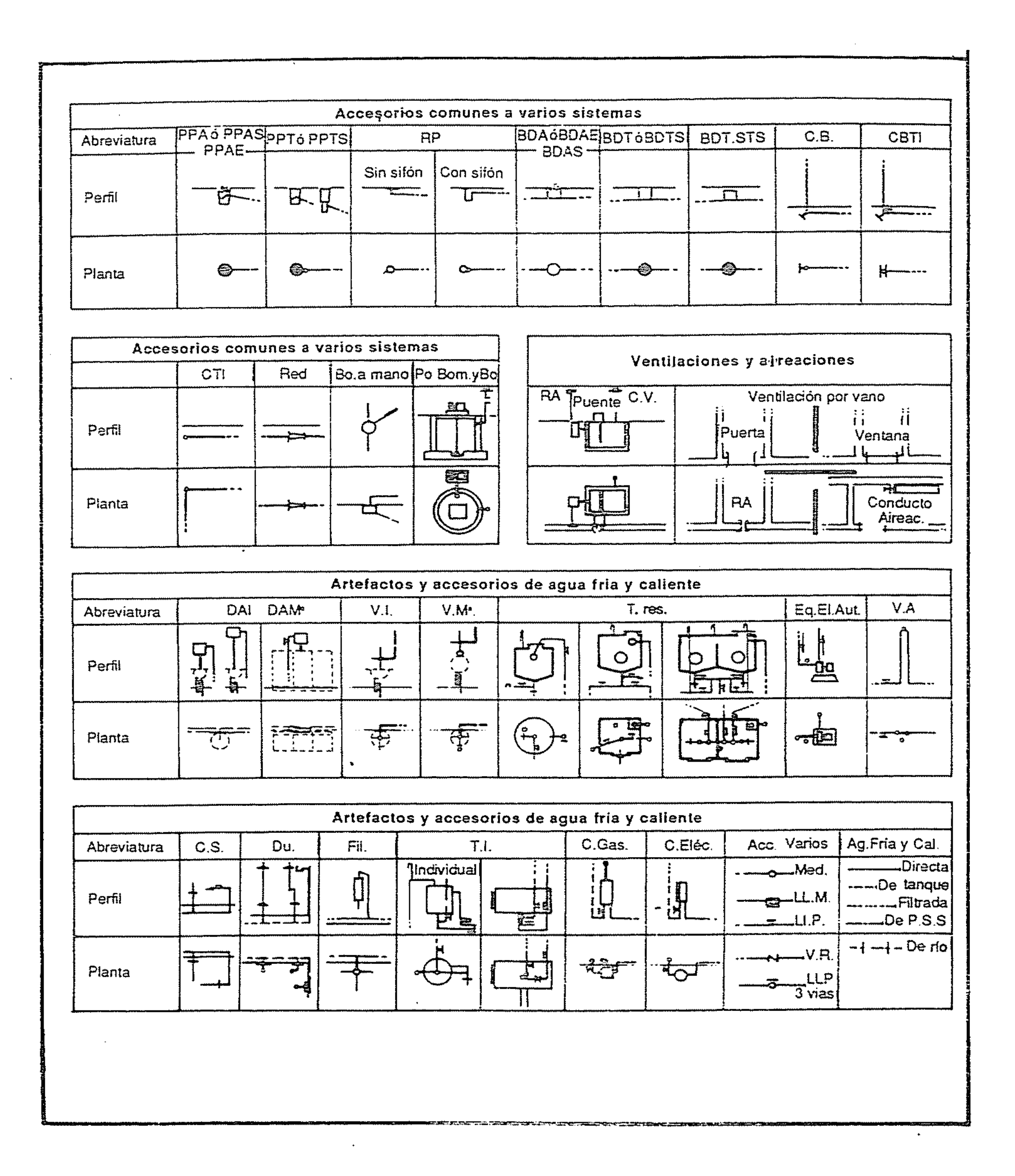






Artefactos y accesorios del sistema secundario									
Abreviatura	Ba.	Bt.	Fu. Beb.	L°		Rec. Du.	PC	PLCA-PLC	P.L.C. (neg)
Perfil									
Planta									

Artefactos y accesorios del sistema secundario						Pluviales			
Abreviatura	Saliv.		IGA ó IGAE	IGC ó IGCE	SEG.				
Perfil	Autom.	Dent.							



En todo plano debe figurar dentro del signo convencional establecido, el número que corresponda a cada artefacto, tirón, descarga o columna, del mismo tipo, que se repiten en el plano.

El número correspondiente a cada artefacto, descarga, etc, debe consignarse en el interior del círculo comprendido por el signo convencional que corresponde a cada tipo de artefacto, descarga, etc, de acuerdo a la planilla de signos convencionales, que se inserta como figura 4 XII.

FIGURA 4 - XII Signos convencionales para diferencia artefactos descargas y columnas.

Designación	Signos Convencionales		
Cañerías y Artefactos Primarios	Piso bajo y Subsuelo Bermellón ○	Pisos Altos (C.D.V.) ◎ Verde Bermellón	C.D.V. y Bajada ◎ Azul Verde Bermellón
Cañería y Artefactos Secundarios	Piso bajo y Subsuelo Sepia ○	Pisos Altos C.D.V.) ◎ Verde Sepia	C.D.V. y Bajada fría ◎ Azul Verde Sepia
Cañerías y Artefactos Pluviales	Bocas de desagüe Amarillo ○	Caños de Lluvia Amarillo ◎ Amarillo Amarillo	
Cañerías de Ventilación (En general)	Verde ○		
Agua Fría	Distribución directa-Impulsión Azul ○	Bajada de tanque ◎ Azul Azul	
Agua Caliente	Montantes Carmín ○	Retornos ◎ Carmín Carmín	
Unidad de Vivienda (Planta Baja)	Negro ◎		

En el cuadro 3 XII se detalla la forma de confeccionar las planillas de resumen de la instalación.

CUADRO 3 - XII Modelo de cuadros de resumen

Casita de piso bajo. Unica unidad de vivienda.

<table>
<tr><th colspan="10">Cuadro de resumen</th></tr>
<tr><th rowspan="3">Designación</th><th colspan="6">Cañerías de desagüe</th><th colspan="3" rowspan="2">Ventilaciones</th></tr>
<tr><th colspan="3">Primarias</th><th colspan="3">Pluviales</th></tr>
<tr><th>Nº</th><th>Mat.</th><th>ø</th><th>Nº</th><th>Mat.</th><th>ø</th><th>Nº</th><th>Mat.</th><th>ø</th></tr>
<tr><td>Tramo</td><td>1</td><td>CHC</td><td>0.100</td><td>1 y 2</td><td>CCC</td><td>0.100</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Hor.Col.</td><td></td><td></td><td></td><td>1 y 2</td><td>CCC</td><td>0.100</td><td>1</td><td>Asbc</td><td>0.100</td></tr>
<tr><td>Columna</td><td></td><td></td><td></td><td>1 y 2</td><td>CHC</td><td>0.100</td><td>1</td><td>Asbc</td><td>0.100</td></tr>
<tr><td>P.P.</td><td>2</td><td>CHC</td><td>0.060</td><td colspan="6">Artefactos y Accesorios</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>CHC</td><td>0.100</td><td colspan="2">Baño principal</td><td colspan="4">IP. DAI- 1º 2CS B' 2CS
Bª 2IIP. PCS PPA 0.060
Desc. CP 0.038</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B. Acc</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">CHC</td><td rowspan="2">0.100</td><td colspan="2">PC.</td><td colspan="4">Sif. 0.050 Desc. CHC 0060</td></tr>
<tr><td colspan="2">PL.</td><td colspan="4">P.0.038</td></tr>
</table>

Petit Hotel

<table>
<tr><th colspan="9">Cuadro de resumen</th></tr>
<tr><th rowspan="3">Designación</th><th colspan="6">Cañería de desagüe</th><th colspan="2" rowspan="3">Artefactos y Accesorios.</th></tr>
<tr><th colspan="3">Primarias</th><th colspan="3">Pluviales</th></tr>
<tr><th>Nº</th><th>Mat.</th><th>ø</th><th>Nº</th><th>Mat.</th><th>ø</th></tr>
<tr><td>Tramo</td><td>1</td><td>C.HC</td><td>0.100</td><td>1 y 3
2</td><td>CHC
CHC</td><td>0,100
0,100</td><td>Baño Princip.</td><td>IP.DAI Lº 2CS Ba 2 Cs
B' Du 2IIP 2Cs
PPA0.060 Desc. CP.0.038</td></tr>
<tr><td>Hor. Col.</td><td>1</td><td>C.HC</td><td>0.100</td><td>1y 2</td><td>CHC</td><td>0.100</td><td>Toil. Princ.</td><td>IP. DAI Lº 2C.S
PPA0.060 Desc. CP.0.038</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Columna</td><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">CFF.</td><td rowspan="3">0.100</td><td rowspan="3">1y 2</td><td rowspan="3">CHFSL
CHFSL</td><td rowspan="3">0.100
0.060</td><td>Baño Serv.</td><td>IP. DAI 1º2CS IIP. 2CS
PPA 0,060</td></tr>
<tr><td>P.C.</td><td>Sif. 0,050 Desc. CHC0064</td></tr>
<tr><td>PL.y ML</td><td>Desc. CP 0038.2CS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PP.</td><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">CHC</td><td rowspan="2">0.060</td><td colspan="5">Cañerías de agua fría</td></tr>
<tr><td>Nº</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">CHC</td><td rowspan="3">0.100</td><td></td><td colspan="4">Materiales y diámetros</td></tr>
<tr><td>Tanq.</td><td>CP</td><td>CHG</td><td>CHG</td><td>CP</td></tr>
<tr><td></td><td>0,019</td><td>0,038</td><td>0,019</td><td>0,013</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B.Acc.</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">CHC</td><td rowspan="2">0.100</td><td>1º</td><td rowspan="2">‖</td><td rowspan="2">‖</td><td rowspan="2">‖</td><td rowspan="2">‖</td></tr>
<tr><td>P.B.</td></tr>
</table>

Edificio de renta de piso (12 Deptos) y 4 locales negocios

<table>
<tr><th colspan="10">Cuadro de resumen</th></tr>
<tr><th rowspan="3">Designación</th><th colspan="7">Cañería de desagüe</th><th colspan="2" rowspan="3">Artefactos y Accesorios</th></tr>
<tr><th colspan="3">Primarias</th><th colspan="4">Pluviales</th></tr>
<tr><th>Nº</th><th>Mat.</th><th>ø</th><th colspan="2">Nº</th><th>Mat.</th><th>ø</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Tramo</td><td>1.2y3</td><td>CHC</td><td>0.100</td><td colspan="2">1</td><td>CHC
(3)</td><td>0.100</td><td rowspan="3">Baños Princip.</td><td rowspan="3">I.P.DAI Lº2CS
Bª Dᵘ 2IIP 2CS
PPA 0,060
Desc. CP 0,038.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">2y6</td><td>CHC</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">3.4.5.7
8.9.10
11.12</td><td>CHC</td><td>0.100</td></tr>
<tr><td>Hor,Col.</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">1y 8</td><td>CHC</td><td>0.100</td><td>Toiletes Negocio</td><td>IP DAI Lº2CS
PPA0,060
Desc.CP.0,038</td></tr>
<tr><td>Columna</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">1y 8</td><td>CHFSL</td><td>0.100</td><td>Baños de Servicio</td><td>IP. DAI Lº2CS
Du 2LIP 2CS
PPA 0,060
Desc. CP 0,038</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PP</td><td rowspan="2">29 y 40</td><td rowspan="2">CHC</td><td rowspan="2">0,060</td><td colspan="4">Ventilaciones</td><td rowspan="3">PC</td><td rowspan="3">2CS
Sif. 0050 Desc.
CHC 0,060</td></tr>
<tr><td>Degn.</td><td>Nº</td><td>Mat.</td><td>ø</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1 y 28</td><td>CHC</td><td>0,100</td><td>Hor. Col.</td><td>1</td><td>Asbc</td><td>0100</td></tr>
<tr><td>BAcc.</td><td>1 y 12</td><td>CHC</td><td>0.100</td><td>Col.</td><td>2</td><td>Asbc</td><td>0100</td><td>PL</td><td>2CS
Desc.C.P. 0,038</td></tr>
</table>

Como complemento de este Capítulo, se incorpora un plano tipo modelo de proyecto de una instalación, a fin de utilizarlo como guía para la confección de los mismos.

Bibliografía recomendada:

1. OBRAS SANITARIAS DE LA NACIÓN,*Reglamento para las Instalaciones Sanitarias Internas y Perforaciones*, 1987.
2. OBRAS SANITARIAS DE LA NACIÓN, *Normas y Gráficos de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales*, 1980
3. OBRAS SANITARIAS DE LA NACIÓN, *Normas Generales y Administrativas para la ejecución de Instalaciones Sanitarias Externas por cuenta de terceros*, 1973.
4. SANTOS ROSSELL, CARLOS, *Manual del Inspector de Obras*, La Revista Sanitaria, 1964.
5. INSTITUTO DE INGENIERIA SANITARIA, *Abastecimiento de agua potable a Comunidades rurales*, Facultad de Ingenieria (UBA), 1971
6. INSTITUTO DE INGENIERIA SANITARIA, *Bases del Saneamiento Rural* -Facultad de Ingenieria (UBA), 1972.
7. RODRIGUEZ AVIAL,*Fontanería y Sàneamiento* , Editorial Dossat, 1958.
8. DEMMING H.G., *El agua un recurso insustituible*, Ediciones Nuevomar, México, 1979.
9. GUERRE H., *Saneamiento de las aglomeraciones urbanas*, Editorial Reverté, Barcelona España -1962.
10. AUGE R., *Fontanería elemental*, Editorial Paraninfo, Madrid, 1969.
11. FLETCHER B. Y H., *Arquitectura Higiénica*, Editorial Reverté.
12. GAY - FAWCETT - MC. GUINNES, *Instalaciones de los edificios*, Editorial Gili SA., Barcelona, 1964.
13. CENTRO REGINAL DE AYUDA TECNICA, *Agua y Desechos*, México, 1964.
14. FACULTAD DE INGENIERIA (UBA), *Normas para el diseño de instalaciones en edificios*. CEI. La linea recta 1958.
15. NARVAJAS PABLO, *Diseño y cálculo de paneles solares para la obtención de agua caliente*, Colegio Oficial de Arquitectos, Madrid,1980.

Publicaciones del autor:

* *Instalaciones eléctricas en edificios*, Editorial Cesarini.
* *Instalaciones de aire acondicionado y calefacción*, Editorial Alsina.
* *Manual de cálculo de aire acondicionado y calefacción*, Editorial Alsina.
* *Instalaciones de gas*, Editorial Alsina.
* *Energía solar*, Editorial Alsina.
* *Protección de edificios contra incendio*, Editorial Alsina.
* *Energía fotovoltaica*, Editorial Alsina.